7547.
V, 2.

Verſuch
einiger Beiträge
zur
Hydrauliſchen Architektur.

Von

F. J. C. Schulz,

Königl. Preußiſchem Krieges- und Domainen-Rath und Waſſer-Bau-Director für Oſt-Preußen und Litthauen.

Königsberg,
bei Friedrich Nicolovius.
1808.

Cas A 860

Bibliotheca Casimiriana.

Sr. Excellenz

dem

Königlich Preußiſchen wirklich geheimen dirigirenden Staats- und Kriegs-Miniſter,

und

Ritter des Königlich Preußiſchen großen rothen Adler-Ordens

ſo wie des

Ruſſiſch Kaiſerlichen Alexander Newsky Ordens

Herrn

Freyherrn von Schrötter

Hochgebornen

unterthänigſt überreicht

von dem

Verfaſſer.

Ew. Excellenz

Aufſätze widmen, die nur frühe Verſuche eines ungeübten Anfängers enthalten, hieße Dero gnädige Nachſicht mißbrauchen wollen.

Inwiefern aber dieſe Aufſätze Ew. Excellenz huldreichen Geſinnungen ihren Urſprung verdanken; indem Dieſelben mir Gelegenheit gaben, die hydrotechniſchen Anlagen kennen zu lernen, deren Beſchreibung einen großen Theil dieſer Blätter füllt: inſofern

wird es auch verzeihlich ſeyn, Ew. Excellenz dasjenige ehrfurchts-
voll zu überreichen, was ich, ohne Dero Erlaubniß, gar nicht als
mein hätte anſehen dürfen.

Ew. Excellenz

Königsberg,
den 16ten Auguſt 1807.

unterthänig gehorſamſter
F. Schulz.

Vorrede.

Den einzelnen vier Aufſätzen, aus welchen die gegenwärtige Schrift beſteht, iſt ſo viel vorangeſchickt, als zum Verſtehen derſelben nöthig ſchien; es wird daher hier nur im Allgemeinen einiges zu erinnern ſeyn. Der verſchiedenartige Inhalt jener Aufſätze machte die Wahl des gemeinſchaftlichen Titels etwas ſchwierig, und erlaubte wenigſtens nicht, dem Ganzen einen Titel zu geben, der den Inhalt beſtimmt angezeigt hätte. Ich wollte es anfangs Beiträge zur hydrauliſchen Architektur nennen, es ſchien mir aber durchaus unverzeihliche Anmaßung, den Verſuchen eines Anfängers den Titel zu geben, den einer der größten Hydrotekten neuerlichſt für ſeine vortrefflichen klaſſiſchen Werke gewählt hat, deren Vergleichung mit dem gegenwärtigen ich nicht zu wünſchen Urſache habe. Ueberhaupt muß ich, beſonders des Vortrages wegen, recht ſehr um Nachſicht bei Beurtheilung dieſes Werkes bitten, da ich, mehrerer Dienſtgeſchäfte wegen, im Grunde nur verhältnißmäßig ſehr wenige Zeit auf die Ausarbeitung deſſelben habe verwenden können. Ich arbeitete das Manuſcript ſchon im Winter 1805 und 1806 aus, und gab es zum Druck; dieſer war aber noch nicht beendiget, als der Ausbruch des Krieges, und die Folgen der Schlacht von Jena, faſt alle Communication zwiſchen Preußen und Deutſchland unterbrachen. Der Druck iſt unterdeſſen dort fortgeſetzt, und das Werk kann daher nicht mehr zurückbleiben; obgleich ich geſtehen muß, daß der erſte Aufſatz, für eine Art Reiſebeſchreibung, beinahe zu ſpät erſcheint, und daß ich mich jetzt auch nicht entſchloſſen haben würde, es dem Publico zu übergeben, wenigſtens ſicher nicht in ſeiner gegenwärtigen Geſtalt, und mit manchen Epiſoden, die der jetzigen Lage der Dinge nicht angemeſſen ſind. Der erſte Aufſatz (Hydrotechniſche Reiſebemerkungen) iſt zwar eigentlich nur ein Auszug aus meinem Reiſe-

journal; allein das Journal war, als ich es unterweges ſchrieb, keinesweges zur Bekanntmachung beſtimmt, weßhalb ich auch nur immer das darin aufnahm, was mir, in meiner individuellen Lage, vorzüglich intereſſant ſchien, und, aus Mangel an Zeit, vieles überging, was in einer hydrotechniſchen Reiſebeſchreibung freilich einen Platz verdient hätte, wenn ſie auf Vollſtändigkeit den geringſten Anſpruch machen ſollte. Den ſechsten Abſchnitt des erſten Aufſatzes glaube ich für den wichtigſten Theil der gegenwärtigen Schrift ausgeben zu können, und gerade der, durch ein neueres Werk über den Kanalbau, in mir rege gemachte Wunſch, dieſen Abſchnitt zur Publicität zu bringen, veranlaßte die Bekanntmachung des Ganzen, und zwar um ſo mehr, da ich durchaus keine Hoffnung habe, je praktiſche Anwendungen von den, vorzüglich im ſechsten Abſchnitt, erörterten Grundſätzen des Kanalbaues zu machen. Was ich im dritten Abſchnitt über die Bildungs-Anſtalten der franzöſiſchen Hydrotekten geſagt, iſt freilich ſchon ſehr bekannt, ſchien mir aber für Deutſchland ſo wichtig, daß dabei ſelbſt öftere Wiederholung nicht ſchaden kann. Der vierte Abſchnitt enthält die Beſchreibung verſchiedener Werke, die Herr ꝛc. v. Wiebeking, in dem bereits herausgekommenen IVten Bande ſeiner Waſſerbaukunſt, wahrſcheinlich ſchon zur näheren Kenntniß des Publicums gebracht haben wird. Ich habe dieſen vierten Band aber bis jetzt ſo wenig zu Geſicht bekommen können, als ich bei dem Manuſcript, oder den Kupfer-Platten, noch etwas abändern kann.

Bei dem zweiten und dritten Aufſatz finde ich hier nichts zu erinnern. In Hinſicht auf den vierten, kann ich aber nicht genug bitten, ihn bloß als Verſuch anzuſehen, da der Gegenſtand deſſelben die Bearbeitung eines vollendeten Meiſters erfordert hätte, und dieſer Aufſatz höchſtens dazu wird dienen können, auf die ſehr groſʒen Lücken aufmerkſam zu machen, die bei der Theorie der Gewölbe noch auszufüllen ſind.

Königsberg,
den 16ten Auguſt 1807.

F. Schulz.

Inhalt.

I.

Hydrotechniſche Reiſebemerkungen

auf einer Reiſe durch verſchiedene Gegenden von Frankreich, in den Jahren 1803 und 1804 geſammelt.

Erſter Abſchnitt.

Reiſe von Kölln über Mainz nach Paris.

§. 1. Eintritt ins franzöſiſche Gebiet, und Reiſe nach Kölln.

§. 2. Chauſſeebau zwiſchen Eſchenberg und Kölln.
Beſchreibung ſehr einfacher Erdkarren.

§. 3. Dom in Kölln.

§. 4. Beſchreibung eines maſſiven Krahns.

§. 5. Fahrt von Kölln nach Koblenz.

§. 6. Fliegende Brücke bei Koblenz.

§. 7. Chauſſeebau zwiſchen Koblenz und Mainz.

§. 8. Schiffbrücke bei Mainz über den Rhein.

§. 9. Freihafen zu Mainz, und
Beſchreibung einiger merkwürdiger Krahne.

§. 10. Schiffmühlen und Winterhafen bei Mainz.

§. 11. Ruinen einer römiſchen Waſſerleitung, und einige andere Sehenswürdigkeiten von Mainz.

§. 12. Seiten-Reiſe nach Frankfurt und Darmſtadt.
Darmſtädter Exercierhaus.

§. 13. Reiſe von Mainz nach Metz.
Wehre und Brücken in Metz.

§. 14. Reiſe von Metz nach Paris.

Zweiter Abſchnitt.

Hydrotechniſche Merkwürdigkeiten in Paris.

§. 15. Maſſive Brücken in Paris.
§. 16. Eiſerne Brücke am Louvre (pont des Arts).
§. 17. Gründung der Brückenpfeiler mit ſchwimmenden Kaſten.
§. 18. Eiſerne Brücke am botaniſchen Garten zu Paris.
§. 19. Merkwürdige Maſchine zum Abſchneiden der Pfähle unter Waſſer.
§. 20. Hölzerne Brücke zwiſchen der Isle Notre Dame und Isle Louis.
§. 21. Kays in Paris.
§. 22. Waſſerhebungsmaſchinen in Paris.
§. 23. Bergwerksmaſchine, und von Hn. Prony neu erfundene Waſſerhebungs-Maſchine.
* Oberſchlächtige Waſſerräder.

Dritter Abſchnitt.

Von der polytechniſchen Schule und der Bau-Akademie in Paris.

§. 24. Aufnahme in die polytechniſche Schule.
§. 25. Vom Unterricht in der polytechniſchen Schule überhaupt.
§. 26. Vorleſungen über Analyſis, und über Geometrie von drey Dimenſionen.
§. 27. Vorleſungen über beſchreibende Geometrie (géometrie descriptive) oder Stereotomie.
§. 28. Vorleſungen über analytiſche Mechanik und Hydraulik.
§. 29. Vorleſungen über angewandte Mathematik und Baukunſt.
§. 30. Unterricht im Zeichnen.
§. 31. Von den écoles d'application.
§. 32. Unterricht auf der Bau-Akademie.
§. 33. Benutzung der Sammlungen.
§. 34. Prüfungen der Eleven.
§. 35. Anſtellung der Eleven.
§. 36. Organiſation des Corps der Ingenieurs des ponts et chaussées.
§. 37. Veranſchlagung und Ausführung der Baue.

Vierter Abſchnitt.

Aufenthalt in Paris (Fortſetzung).

§. 38. Mißlungenes Project zur Reiſe nach den franzöſiſchen Häfen.
§. 39. Merkwürdige Baue in Havre de Grace.
* Auszüge aus Lamblardiers Schrift über die Verſandung der franzöſiſchen Seehäfen

am Kanal, und aus Mercadiers Preis-Schrift über die Verſandung der Häfen am mittelländiſchen Meer.
§. 40. Bau der Einfaſſungs-Mauer um das Baſſin de la Floride.
§. 41. Schleuſe am Baſſin de la Barre.
§. 42. Merkwürdige Conſtruction der Stemmthore dieſer Schleuſe.
§. 43. Drehbrücke über die Schleuſe.
§. 44. Vorheerd und Abſchußboden.
§. 45. Schleuſe am Baſſin d'Ingouville.
§. 46. Beſchreibung einiger Modelle.
§. 47. Vorrichtungen zum Aufziehen der Schützbreter bei Schleuſen.
§. 48. Wagebrücken.
§. 49. Merkwürdiger Krahn, mit einer Wage verbunden.
§. 50. Flache Ketten (werden durch eine Maſchine verfertiget).
§. 51. Zweckmäßige Vorrichtung zur Bewegung einer Kurbel.
§. 52. Vereinigte Schiff-, Spül- und Entwäſſerungs-Schleuſe; von Pitrou erfunden.
§. 53. Nachrichten von einigen franzöſiſchen Kanälen.
§. 54. Schleuſen am Kanal du Centre.
§. 55. Kanal de Givors bei Lion; ſeiner Schleuſen wegen merkwürdig. Recept zu waſſerfeſter Kitte.
§. 56. Brück-Kanal über den Fresquel-Fluß bei Carcaſſone.
§. 57. Hölzerner Brück-Kanal.

Fünfter Abſchnitt.

Von der Gegend um Paris, insbeſondere vom Ourіqu-Kanal.

§. 58. Maſchine von Marly.
§. 59. Einige einzelne Theile dieſer Maſchine: große Waſſerleitung nach Marly.
§. 60. Waſſerwerke in Verſailles.
§. 61 Geſchichte des Ourіqu-Kanals.
§ 62. Dimenſionen dieſes Kanals.
§. 63. Neue Formel für die Geſchwindigkeit des Waſſers in Röhren.
§. 64. Gefälle des Ourіqu-Kanals.
§. 65. Girards Theorie der Bewegung des fließenden Waſſers.
§. 66. Bedenklichkeiten gegen dieſe Theorie.
§. 67. Vertheilung des Gefälles beim Ourіqu-Kanal.
§. 68. Zweckmäßige Leitung dieſes Kanals überhaupt.

§. 69. Arbeiten bis zum Frühjahr 1804.
§. 70. Waſſerleitung von Raincy.
§. 71. Waſſerleitungen mit Ventilen.
§. 72. Straßenpflaſter und Chauſſeen bei Paris.
§. 73. Wind-Mühlen in Frankreich.
§. 74. Beſondere Maſchine zum Beuteln des Mehls.

Sechster Abſchnitt.

Reiſe nach dem Kanal von St. Quentin.

§. 75. Einleitung zu dieſem Abſchnitt.
§. 76. Wichtigkeit des Kanals.
§. 77. Der Kanal wird angefangen, aber wieder aufgegeben.
§. 78. Nochmalige Unterſuchung; endliche Wahl eines ältern Projects.
§. 79. Vom Kanal von St. Quentin überhaupt.
§. 80. Der Kanal wird neben den Flüſſen gezogen.

I. Von Ausgrabung des Kanals.

§. 81. Der Kanal muß ſehr tief gegraben werden.
§. 82. Kanal-Profile.
§. 83. Parallel-Graben. Hafen im Kanal.

II. Von den Waſſerabzügen und Brück-Kanälen.

§. 84. Waſſerabzüge, unter dem Kanal durch.
§. 85. Waſſerlöſen.
§. 86. Brück-Kanäle.
§. 87. Gründung der Brück-Kanäle.

III. Von den Schleuſen.

§. 88. Gründung im Lehmboden.
§. 89. Gründung im Torfboden.
§. 90. Steine und Mörtel zu den Schleuſen-Mauern.
§. 91. Von den Schleuſen-Mauern überhaupt.
§. 92. Schleuſen-Thore. Drehſtänder.
§. 93. Pfanne, um die das Thor ſich dreht.
§. 94. Kanäle zum Füllen der Schleuſen-Kammer.
§. 95. Vom Verſchließen und Oefnen dieſer Kanäle.
§. 96. Nähere Beſchreibung der dazu dienenden Vorrichtung.
§. 97. Gründung im Trocknen; Wohlfeilheit der Schleuſen.
§. 98. Iſt die Bauart dieſer Schleuſen für Preußen anwendbar?

§. 99. Vortheile, die die Wohlfeilheit der Schleuſen mit ſich bringt.
§. 100. Zuſtand der Schleuſenbaue im Frühjahr 1804.
§. 101. IV. Von den Brücken des Kanals von St. Quentin.
V. Von der unterirdiſchen Kanalſtrecke.
§. 102. Vom Bau der Schächte überhaupt.
§. 103. Einfaſſung der Schächte.
§. 104. Erſte Methode, die Erde beim Graben der Schächte abzuſteifen.
§. 105. Zweite Methode, die Erde beim Graben abzuſteifen.
§. 106. Entfernung der Schächte von einander.
§. 107. Ausmauerung der Schächte.
§. 108. Das Filtrations-Waſſer ſtört die Arbeiten.
§. 109. Maſchine zum Herausbringen des Geſteins aus den Schächten.
§. 110. Zweite Maſchine, ebendazu.
§. 111. Profil des unterirdiſchen Kanals.
§. 112. Ausmauerung deſſelben.
§. 113. Treidelwege im unterirdiſchen Kanal.
§. 114. Erleuchtung des unterirdiſchen Kanals; und Zeit der Durchfahrt durch denſelben.
§. 115. Vom Kanal de Picardie.
§. 116. Baſſin bei Cambray.
§. 117. Schleuſe bei Cambray.
§. 118. Steinkohlen-Krahn.
§. 119. Unterſchlächtige franzöſiſche Mühlen.
§. 120. Bauart der Dächer.
§. 121. Chauſſee bei Compiegne.

Siebenter Abſchnitt.

Reiſe nach Montargis, und Beſchreibung des Loing-Kanals.

§. 122. Gefäße, womit die inländiſche Schifffahrt in Frankreich betrieben wird.
§. 123. Doppelter Aufſtau beim Treideln dieſer Gefäße.
§. 124. Seine von Paris bis Fontainebleau.
§. 125. Beſtimmungs-Gründe zur Reiſe nach den Kanälen von Loing, Briare und Orleans.
§. 126. Ueber die Karten dieſer Kanäle.
§. 127. Geſchichte des Loing-Kanals.
§. 128. Beſchreibung des Loing-Kanals überhaupt.

Leitung des Kanals.

§. 129. Von der Seine bis Moret.

§. 130. Von Moret bis Souppes.
§. 131. Von Souppes bis Cepoy.
§. 132. Von Cepoy bis Montargis.

Von den Schleuſen des Kanals.

§. 133. Beſchreibung der Schleuſen.
* Theorie der mindeſten Ausgrabung.
§. 134. Deiche, die die Schleuſen-Kammer einſchließen.
§. 135. Beſchreibung der Schleuſenthore.
§. 136. Schwierigkeiten beim Oefnen dieſer Thore.
§. 137. Nachtheile dieſer Schleuſenbauart überhaupt.

Von den übrigen Bauwerken am Loing-Kana

§. 138. Von den Kanal-Brücken.
§. 139. Neue Brücke zu Nemours.
§. 140. Waſſerabzüge des Kanals, und Leitung bei Moret.

Achter Abſchnitt.

Beſchreibung der Kanäle von Briare und von Orleans.

§. 141. Geſchichte des Kanals von Briare.
§. 142. Beſchreibung des Kanals überhaupt.

Leitung des Kanals von Briare.

§. 143. Von Montargis bis Chatillon.
§. 144. Von Chatillon bis zum Vertheilungspuncte.
§. 145. Vom Vertheilungspuncte bis zur Loire.

Von der Speiſung des Kanals.

§. 146. Etang de grande rue.
§. 147. Rigole von Beaurois und St. Privee.
§. 148. Von den übrigen Speiſungs-Baſſins.
§. 149. Vom Eintreten des Waſſers in den Kanal. Waſſermangel auf demſelben.
§. 150. Nachtheile der Schleuſen von verſchiedener Größe und
§. 151. der verbundenen Schleuſen.

Von den Schleuſen des Kanals.

§. 152. Beſchreibung der Schleuſen überhaupt.
§. 153. Schleuſenthore, Drempel, Halsbänder.
§. 154. Kanäle zum Füllen der Schleuſen-Kammer.
§. 155. Schleuſe zunächſt am Vertheilungspuncte.
§. 156. Schleuſe bei Briare.

Von den übrigen Bauwerken des Kanals.
§. 157. Kanal-Brücken.
§. 158. Waſſerlöſen.
§. 159. Freiſchleuſe bei Briare.
§. 160. Mündung des Kanals in die Loire.
§. 161. Schifffahrt auf dem Kanal und auf der Loire.
§. 162. Beſchreibung des Kanals von Orleans.

Neunter Abſchnitt.
Rückreiſe von Orleans nach Strasburg.
§. 163. Eindeichung der Loire.
§. 164. Buhnenbau bei Orleans.
§. 165. Brücke über die Loire.
§. 166. Ufer-Einfaſſung bei Orleans.
§. 167. Cathedralkirche in Orleans.
§. 168. Weg von Orleans nach Strasburg.
§. 169. Kanal de François.
§. 170. Iller-Fluß oberhalb Strasburg.
§. 171. Sieben Arme des Iller-Fluſſes in Strasburg.
§. 172. Kays, Krahn und Brücken in Strasburg.
§. 173. Rhein-Brücke.
§. 174. Faſchinenbau bei Strasburg.

II.

Einige Bemerkungen über die Bauart mit Sinkſtücken.
§. 1. Von dieſer Bauart überhaupt, und von den damit verbundenen Vortheilen.
§. 2. Von den Faſchinen, Würſten und Spickpfählen.
§. 3. Vom Unter-Roſte.
§. 4. Wahl des Bauplatzes in Hinſicht auf Ebbe- und Flut.
§. 5. Vom Aufpacken der Faſchinen.
§. 6. Vom Oberroſte.
§. 7. Vollendung des Sinkſtückes.
§. 8. Die Dicke hängt von den Unebenheiten des Grundes ab.
§. 9. Vom Transport des Sinkſtückes nach der Verſenkungsſtelle.
§. 10. Befeſtigung des Sinkſtückes.
§. 11. Von der Verſenkung ſelbſt.

§. 12. Vorſichts-Maaßregeln beim Verſenken.
§. 13. Beſchüttung des Sinkſtückes.
§. 14. Von Ausführung eines Seebauwerkes, das aus mehreren Sinkſtücken beſtehet.
§. 15. Reſultat; den Sinkſtückbau überhaupt betreffend.

III.

Verſuch eines Beitrages zur Theorie der Buhnenwerke.

§. 1. Vom hohen und mittlern Waſſerſtande.
§. 2. Vom Normal-Profil eines Fluſſes.
§. 3. Von der Normal-Geſchwindigkeit.
§. 4. Vom Beharrungsſtande.
§. 5. Von der Wirkung der Buhnen überhaupt.
§. 6. Von der Wirkung der Strom-Verengung beim mittlern Waſſerſtande.
§. 7. Von der Wirkung der Strom-Verengung beim hohen Waſſerſtande.
§. 8. Von der Wirkung des natürlichen Stromgefälles beim mittlern Waſſerſtande.
§. 9. Von der Wirkung des natürlichen Stromgefälles beim hohen Waſſerſtande.
§. 10. Von der Wirkung der Adhäſion beim mittlern Waſſerſtande.
§. 11. Von der Wirkung der Adhäſion beim hohen Waſſerſtande.
§. 12. Von der plötzlichen Stromverengung.
§. 13. Von Vertheilung des Aufſtaues und der Geſchwindigkeit im Stromprofil.

Von den ſenkrechten Buhnen.

§. 14. Wirkung der Stromverengung bei ſenkrechten Buhnen zur Zeit des Mittel-Waſſers.
§. 15. Wirkung des natürlichen Stromgefälles bei ſenkrechten Buhnen zur Zeit des Mittel-Waſſers.
§. 16. Wirkung der Adhäſion bei ſenkrechten Buhnen zur Zeit des Mittel-Waſſers.
§. 17. Wirkung der Stromverengung bei ſenkrechten Buhnen zur Zeit des hohen Waſſers.
§. 18. Wirkung des natürlichen Stromgefälles bei ſenkrechten Buhnen zur Zeit des hohen Waſſers.
§. 19. Wirkung der Adhäſion bei ſenkrechten Buhnen zur Zeit des hohen Waſſers.
§. 20. Doſſirung des Buhnenkopfes, ein Mittel zur Verhütung der Wirbel.
§. 21. Hülfsbuhnen, ein zweites Mittel zur Verhütung der Wirbel.
§. 22. Wirkung mehrerer hinter einander liegenden ſenkrechten Buhnen beim mittlern Waſſerſtande.
§. 23. Wirkung mehrerer hinter einander liegenden ſenkrechten Buhnen beim hohen Waſſerſtande.
§. 24. Wie weit ſollen die Buhnen von einander entfernt liegen?
§. 25. Reſultate aus dem Vorhergehenden.
§. 26. Einige Beiſpiele von ſenkrechten Buhnen.

Von den declinanten Buhnen.

§. 27. Wirkung der Stromverengung bei declinanten Buhnen zur Zeit des Mittel-Waſſers.

§. 28. Wirkung des natürlichen Stromgefälles und der Adhäſion bei declinanten Buhnen zur Zeit des Mittel-Waſſers.
§. 29. Wirkung der Stromverengung bei declinanten Buhnen zur Zeit des hohen Waſſerſtandes.
§. 30. Wirkung des natürlichen Stromgefälles bei declinanten Buhnen zur Zeit des hohen Waſſers.
§. 31. Wirkung der Adhäſion bei declinanten Buhnen zur Zeit des hohen Waſſerſtandes.
§. 32. Von dem vortheilhafteſten Neigungs-Winkel der declinanten Buhnen.
§. 33. Reſultate aus dem Vorhergehenden.
§. 34. Einige Beiſpiele von declinanten Buhnen.
§. 35. Declinante Buhnen oberhalb der ſenkrechten.
§. 36. Von den Fangkribben oder Anſchluß-Buhnen.

Von gebrochenen Buhnen.

§. 37. Von ſtumpfwinklicht gebrochenen Buhnen.
§. 38. Von rechtwinklicht gebrochenen Buhnen.
§. 39. Vortheile der gebrochenen Buhnen.
§. 40. Gebrochene Buhnen dienen dazu, dem Strom eine andere Richtung zu geben, oder das gegenüberliegende Ufer anzugreifen.

Von den Strom-Coupirungen.

§. 41. Verlandung der Strom-Coupirungen bei Mittel-Waſſer.
§. 42. Verlandung der Strom-Coupirungen beim hohen Waſſerſtande.
§. 43. Vorzüge der unterhalb oder in der Mitte des coupirten Arms vor den oberhalb gelegenen Coupirungen.
§. 44. Von mehreren Coupirungen hinter einander, und von den Vorzügen der ſenkrechten vor den declinanten Coupirungen.

Von Seebuhnen.

§. 45. Von der Wirkung der ſenkrechten und declinanten Seebuhnen.
§. 46. Senkrechte Seebuhnen ſind den declinanten vorzuziehen.
§. 47. Von der Höhe der Seebuhnen.
§. 48. Von der Doſſirung der Seebuhnen und ihrer Entfernung von einander.
§. 49. Einige Beiſpiele.
§. 50. Von Hafendämmen oder See-Moolen.

IV.

Verſuch eines Beitrages zur Theorie der Gewölbe.

Einleitung.

Erſter Abſchnitt.

Grundformeln zur Beſtimmung des Druckes bei den Gewölben.

§. 1. Bezeichnung der hier in Betracht kommenden Größen.
§. 2. Allgemeine Bedingungsgleichungen; und Hauptgleichung.
§. 3. Bedeutung der unbeſtimmten Größen λ und μ.
§. 4. Fundamentalgleichungen für das Gleichgewicht eines ganz dünnen Gewölbbogens.
§. 5. Anderweite Herleitung der vorigen Gleichungen.
§. 6. Beſtimmung der arbiträren Conſtanten in den Werthen von λ und μ.
§. 7. Seitendruck am Ende des Gewölbes.
§. 8. Beſtimmung des Druckes an jeder beliebigen Stelle.
§. 9. Vortheile der hier gewählten Herleitungsart.
§. 10. Hr. Prony's Formel zur Beſtimmung des Druckes gegen den Schlußſtein.
§. 11. Vertheilung des Druckes auf das ganze Gewölbe nach ſeiner Dicke.
§. 12. Wie die Dicke des Gewölbes in Rechnung zu bringen.
§. 13. Einfluß des Zuſammenhanges am Schlußſtein, und
§. 14. Einfluß der Größe des Schlußſteins auf den Seitendruck der Gewölbe.

Zweiter Abſchnitt.

Vom Zerbrechen der Gewölbe.

§. 15. Das Zerbrechen wird in der Regel durch das Uebergewicht der verticalen oder horizontalen Kräfte bewirkt.
§. 16. Vom Zerbrechen der Gewölbe durch verticale Kräfte.
§. 17. Vom Zerbrechen der Gewölbe durch horizontale Kräfte.
§. 18. Tafel für die XXXVI. gewöhnlichſten Arten des Zerbrechens.
§. 19. Vom Einſturz durch plötzliche Wirkung auf das Gewölbe.
§. 20. Einfluß des Schlußſteins auf das Zerbrechen der Gewölbe.
§. 21. Rechtfertigung der hier gewählten Vorſtellungsart eines Gewölbes.
§. 22. Auf welche Art wird ein zu ſchwaches Gewölbe brechen?
§. 23. Von der erforderlichen Härte der Gewölbſteine.
§. 24. Von dem Zerbrechen nach No. VII, VIII und IX überhaupt.
§. 25. Von der Berechnung der Gewölbſtärke in Hinſicht auf das Zerbrechen nach No. VII.
§. 26. Ein beſonderer Fall bei dieſem Zerbrechen.

§. 27. Berechnung der Gewölbſtärke in Hinſicht auf das Zerbrechen nach No. IX.
§. 28. Beiſpiel zu dieſer Berechnung.
§. 29. Von einem beſondern Fall bei dem Zerbrechen nach No. IX, und von dem Brechungs-Fall nach No. VIII.
§. 30. Von Berechnung des Zerbrechens nach No. X, XI und XII.
§. 31. Die Gewölbe ſtürzen gewöhnlich nach No. XIII — XVIII ein.
§. 32. Von Berechnung des Zerbrechens nach No. XIII.
§. 33. Von Berechnung des Zerbrechens nach No. XV.
§. 34. Von Berechnung des Zerbrechens nach No. XIV.
§. 35. Von Berechnung des Zerbrechens nach No. XVI.
§. 36. Berechnung der Arten des Zerbrechens nach No. XVII und XVIII.

Dritter Abſchnitt.

Einige Anwendung auf Halbzirkel-Gewölbe.

§. 37. Beſtimmung des Seitendruckes bei unüberfüllten Halbzirkel-Gewölben.
§. 38. Herleitung derſelben Formel aus der gemeinen Statik.
§. 39. Einfluß des Schlußſteins auf den Seitendruck.
§. 40. Beſtimmung des Druckes bei überfüllten Halbzirkel-Gewölben.
§. 41. Vom Seitendruck bei dieſen Gewölben.
§. 42. Reſultate aus den beiden vorhergehenden §§.
§. 43. Berechnung der Stärke der Halbzirkel-Gewölbe für die Arten des Zerbrechens No. IX und VIII.
§. 44. Berechnung der Stärke der Halbzirkel-Gewölbe für die Arten des Zerbrechens nach No. XVIII und XVII.
§. 45. Rechtfertigung der Silberſchlagſchen Gewölbtheorie.
§. 46. Von Gewölben nach flachen Zirkelbogen.
§. 47. Anwendung auf Kappen-Gewölbe.
§. 48. Von der Vertheilung des Druckes bei flachen Zirkel-Gewölben von ungleicher Dicke.
§. 49. Wie die Dicke dabei in Rechnung zu bringen iſt.

Druckfehler.

S. V. Z. 5 v. u. ſtatt Inwiefern, lies Inſofern
— XI. Z. 2, 5, 8 und 12 v. u. ſt. Ourigu l. immer Ourcq.
— 5 Z. 21 v. o. ſt. eine Achſe l. eine Oehſe.
— 8 Z. 6 v. o. ſt. unreine l. nur eine
— 13 Z. 3 v. o. ſt. Bardurſteine l. Bordurſteine
— 15 Z. 10 v. o. ſt. Verbeſſerung gerade, als l. Verbeſſerung, gerade als
— 17 Z. 13 v. o. ſt. nur 90 Grad l. um 90 Grad
— 17 Z. 12 v. u. ſt. herunterbiegt. l. herunterbiegt,
— 18 Z. 10 v. o. ſt. ſonſt nämlich, l. ſonſt, nämlich
— 18 Z. 1 v. u. ſt. beweglichen Achſen l. beweglicher Achſe
— 26 Z. 15 v. u. ſt. zuſammengeſetzte l. zuſammengeſetzten
— 26 Z. 12 v. u. ſt. Taf. VII. Fig. 75 l. Taf. VIII. Fig. 75
— 30 Z. 8 v. o. ſt. Lamonde l. Lamande
— 31 Z. 2 v. o. ſt. Brücke, über den Wearfluß l. Brücke über den Wear-Fluß,
— 31 Z. 19 v. o. ſt. vom Ende l. im Ende
— 33 Z. 6, 10 u. 15 v. u. ſt. Oehſe l. Oeffnung.
— 41 Z. 13 v. u. ſt. Stelle l. Welle
— 46 Z. 13 v. u. ſt. dem l. den
— 47 Z. 11 v. o. ſt. Taglorſche l. Taylorſche
— 50 Z. 7 v. o. ſt. nach Le- l. nach La-
— 51 Z. 5 v. o. ſt. Fütter l. Futter
— 83 Z. 6 v. o. ſt. Andrevßy l. Andreoßy
— 88 Z. 11 v. u. ſt. Ourcqu l. Ourcq und ſo allenthalben Ourcq ſtatt Ourcqu
— 90 Z. 13 v. u. ſt. Mater l. Meter
— 95 Z. 16 v. u. ſt. Elenen l. Ebenen
— 96 Z. 8 v. u. ſt. f und f l. f und f′
— 99 Z. 3 v. o. ſt. spds und sp′ds l. ſpds und ſp′ds
— 99 Z. 4 v. o. ſt. spds — sp′ds = δspds l. ſpds — ſp′ds = δſpds
— 99 Z. 7 v. o. ſt. δspds = o l. δſpds = o
— 99 Z. 14 v. u. ſt. spds = s [g (h — z) l. ſpds = ſ [g (h — z) —
— 99 Z. 13 v. u. ſt. + B — sgzds l. + B — ſgzds
— 99 Z. 10 v. u. ſt. δspds und sgzds l. δſpds und ſgzds
— 99 Z. 9 v. u. ſt. δsgzds l. δſgzds
— 99 Z. 8 v. u. ſt. δsds l. δſds
— 99 Z. 7 v. u. ſt. δsgzds + Cδsds l. δſgzds + Cδſds
— 100 Z. 1 v. u. ſt. Her l. Herr
— 101 Z. 10 v. o. ſt. in Niveau l. im Niveau
— 118 Z. 3 v. u. ſt. waſſers. Das l. waſſers, das
— 126 Z. 1 v. u. ſt. Daken l. Decken.
— 137 Z. 1 v. u. ſt. Oberkannte l. Oberkante
— 138 Z. 9 v. o. ſt. um l. und
— 138 Z. 12 v. o. ſt. Dünnenſand l. Dünenſand
— 139 Z. 3 v. u. ſt. Ziegel-Mauern l. Ziegel-Mauer
— 148 Z. 14 v. o. ſt. Soll der l. Soll jeder
— 148 Z. 3 v. u. ſt. Kopf l. Kropf
— 149 Z. 1 v. u. ſt. Ziegeln l. Ziegel
— 154 Z. 2 v. u. ſt. Briare, de l. Briare et de
— 156 Z. 3 v. u. ſt. nur l. und
— 158 Z. 9 v. u. ſt. van l. von
— 160 Z. 4 v. o. ſt. Werſen l. Wieſen
— 163 Z. 14 v. o. ſt. $\frac{PQ : AV}{2}$ l. $\frac{PQ . AV}{2}$

S. 164 Z. 14 v. u. ſt. = s . d . F (x) = s f (x) d z l. = ſ d F (x) = ſ f (x) dz
— 164 Z. 13 v. u. ſt. cot φ . sf (x) dx l. cot φ . ſ . f (x) . dx
— 173 Z. 5 v. u. ſt. Fig. daß l. Fig. 207. daß
— 177 Z. 12 v. o. ſt. unter die l. unter den
— 192 Z. 3 v. u. ſt. veranlaßte l. veranlaßt
— 200 Z. 10 v. u. ſt. etwaigen l. etwannigen
— 200 Z. 9 v. u. ſt. konnte. l. könnte.
— 203 Z. 11 v. o. ſt. verfertiget l. fertiget
— 208 Z. 4 v. o. ſt. Häfter l. Hööfter
— 225 Z. 20 v. o. ſt. einander l. ihnen
— 230 Z. 13 v. o. ſt. Auskalkung l. Auskolkung
— 231 Z. 4 v. u. ſt. der Satz l. den Satz
— 235 Z. 13 v. u. ſt. und ſelbſt l. und ſo auch
— 236 Z. 7 v. o. ſt. ſich dann l. ſich daran
— 248 Z. 13 v. o. ſt. undenkbareren l. undankbareren
— 249 Z. 11 v. o. ſt. Elementer- l. Elementar-
— 251 Z. 16 v. o. ſt. — B″ l. + B″
— 253 Z. 1 v. u. ſt. Ausdruck, für l. Ausdruck für
— 273 Z. 6 v. u. ſt. N. XIII l. No. XIII.
— 274 Z. 14 v. u. ſt. α q κ l. α q k
— 275 Z. 14 v. u. ſt. κ S λ f q′ l. k S λ f q′
— 275 Z. 11 v. u. ſt. U . fR — f e H I . fs — ½l . fe² — B . fQ — K S λ . fq′ l. U . fR — M — f e H I . fs — ½l . fe² — B . f q′ — K . S λ . fq′
— 276 Z. 16 v. o. ſt. I t ‡‡ Q t l. I t′ ♯ Q t
— 280 Z. 11 v. u. ſt. $b = \frac{n\,d\,z}{}(a + z)^2$ l. $b = n\,d\,z . (a + z)^2$
— 281 Z. 4 v. o. ſt. $- n . dz . y) \frac{y}{a + z}$ l. $- n . dz . y) \frac{y}{(a + z)}$
— 282 Z. 3 v. o. ſt. = m . V . V′. I V = l. = m . V V′. I V =
— 283 Z. 7 v. o. ſt. $\frac{(a + \zeta)^2}{(a + z)^3} y 3 \frac{dz}{\zeta}$ l. $\frac{(a + \zeta)^2}{(a + z)^3} . y^3 . \frac{dz}{\zeta}$
— 283 Z. 9 v. o. ſt. = λ″. Dem l. = λ″, dem
— 283 Z. 8 v. u. ſt. $- \frac{m}{2} (1 + r) (b + a (a + \zeta)$ l. $- \frac{m}{2} (1 + r) . (b + a) . (a + z)$
— 284 Z. 7 v. o. ſt. $(a + \zeta)\Big) . \frac{- \frac{1}{2} l . \zeta^2}{CE}$ l. $(a + \zeta)\Big) - \frac{\frac{1}{2} l . \zeta^2}{CE}$
— 285 Z. 10 v. o. ſt. $o = - \frac{du}{d\varphi} (\sin \varphi +$ l. $o = - \frac{dU}{d\varphi} (\sin \varphi +$
— 286 Z. 4 v. o. ſt. $\left(a \zeta^2 + a^2 \zeta + \frac{\zeta^3}{3}\right)$. l. $\left(a . \zeta^2 + a^2 . \zeta + \frac{\zeta^3}{3}\right)$.
— 286 Z. 7 v. o. ſt. $- \frac{1}{2} . 1 . \zeta^2$ l. $- \frac{1}{2} l . \zeta^2$

Hydrotechniſche

Reiſe-Bemerkungen.

In den Jahren 1803 und 1804

auf einer

Reiſe durch verſchiedene Gegenden Frankreichs

geſammlet.

Erſter Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Reiſe von Cölln über Mainz nach Paris.

§. 1.

Ehe ich hier einige auf der Hinreiſe nach Paris geſammlete Bemerkungen mittheile, wird es vielleicht nicht unzweckmäßig ſeyn, die Gründe anzuführen, die meine ganze Reiſeroute beſtimmten.

Mit Hülfe der aus hydrotechniſchen Werken, Zeitſchriften, Reiſebeſchreibungen u. ſ. w. geſammleten, oder durch Erkundigungen eingezogenen Nachrichten, hatte ich mir im Winter $180\frac{2}{3}$ einen genauen Plan zu einer Reiſe nach Holland und Frankreich entworfen, die ich, mit einer anſehnlichen, von Seiten des K. Prßl. Staatsminiſters Hr. Freiherr von Schroetter Excellenz mir bewilligten Unterſtützung, anſtellen wollte, um mir dadurch mehrere Kenntniſſe im Fache der Waſſerbaukunſt zu erwerben. Im Frühjahr 1803 trat ich dieſe Reiſe an; wurde aber bald durch den damals wieder ausbrechenden Krieg zwiſchen Frankreich und England genöthiget, meinen Reiſeplan ſehr abzuändern. Es war unter andern mein Vorſatz, nachdem ich den Sommer 1803 in Holland zugebracht, von dort aus die Franzöſiſche Küſte des Kanals zu bereiſen; allein die Vorbereitungen zu der damals projectirten Landung in England, erſchwerten mir dieſe Reiſe, oder vielmehr das Beſehen der Franzöſiſchen Häfen, bald ſo ſehr, daß ich keinen andern Weg zur Erreichung des Zweckes vor mir ſah, als zuerſt nach Paris zu gehen, um mir dort wo möglich ſpecielle Päſſe zur Bereiſung der Küſte, und Erlaubniß zur Beſichtigung der Häfen, zu verſchaffen. Die geradeſte Route nach Paris wäre nun freilich über Brüſſel geweſen; da es indeſſen auch in meinem Plane lag, die Waſſerbaue auf dem Rhein, in

Holland ſowohl als im Cleviſchen, kennen zu lernen: ſo wählte ich die Reiſe längs dem Rhein bis Mainz, um erſt von dort geradezu nach Paris zu gehen. Das zuvorkommend gütige Betragen faſt aller Holländiſchen Hydrotekten, die ich kennen zu lernen das Glück hatte, gab mir, ſo lange ich mich in den Grenzen der Bataviſchen Republik aufhielt, die ſchönſte Gelegenheit, mit dem Holländiſchen Strombau bekannt zu werden. Deſto ſchwieriger war aber die Bereiſung des Rheins weiter oberhalb, wo das linke Ufer Franzöſiſch iſt, weil die Franzöſiſchen Zoll-Einrichtungen es nicht geſtatteten, die Ufer oft zu wechſeln. Bis Düſſeldorf wollte ich daher ganz auf dem rechten Ufer bleiben: ein unangenehmer Vorfall nöthigte mich aber, ſchon in der Gegend von Ruhrort, Deutſchland zu verlaſſen. Ich hatte mich nehmlich verleiten laſſen, am Franzöſiſchen Ufer bey Beſichtigung einiger Buhnenwerke, (die von Faſchinen, aber noch ganz nach der von Belidor beſchriebenen Methode gebauet wurden) auf einen Augenblick auszuſteigen, wurde dort von ein Paar Zollbedienten (Douaniers) bemerkt, und ſollte meine Dreiſtigkeit, wenn ich wieder aufs rechte Ufer zurückkehren wollte, mit dem Verluſt des Goldgeldes, das ich unglücklicherweiſe bey mir hatte, büßen. Nur durch gütige Vermittelung eines bekannten Mannes aus Ruhrort, ließ das Franzöſiſche Zollbureau es ſich gefallen, daß das Geld dort niedergelegt wurde, bis ich nach zwey Tagen ganz nach Frankreich kommen, und es dann wieder an mich nehmen würde. Ich gieng daher wirklich nach ein Paar Tagen bey Eſſenberg über den Rhein, erhielt mein Geld zurück, und fuhr von Eſſenberg mit der Poſt nach Cölln. Dieſe Poſt ſchien noch ein Ueberbleibſel der ehemaligen Deutſchen fahrenden Poſten zu ſeyn, indem ſie wenigſtens auch Staats-Unternehmung und auch eben ſo unbequem als die meiſten Deutſchen Poſten eingerichtet war.

Von Bereiſung der Strombaue am Rhein konnte nun um ſo weniger die Rede ſeyn, da man ſie Franzöſiſcher Seits ſo in Verfall gerathen läßt, daß weiter unterhalb ſogar Deichdurchbrüche offen gelaſſen ſind.

§. 2.

Auf einem großen Theil des Weges von Eſſenberg nach Cölln war man mit den Erdarbeiten zu einer neuen Chauſſee beſchäftiget, die beynahe ganz gerade, und auch faſt horizontal geführt wurde. Durch mehrere Thäler fand ich bedeutende Dämme aus Lehm und Sand, mit einfüßiger Seitendoſſirung und 5 Ruthen Oberbreite, aufgeſchüttet. Man ſuchte hier, wie es weiter unten bey den Kanalziehungen ausführlicher angezeigt werden wird, die Höhe der Chauſſee immer ſo zu halten, daß die in den Anhöhen ausgeſtochene Erde gerade zur Füllung der Thäler hinreichte; dieß machte freilich an mehreren Stellen ein ſehr weites Hin- und Herfahren der Erde nöthig, welches aber

zur Feſtigkeit der Chauſſee weſentlich beyträgt, indem man die Erde beſtändig mit Pferde-Karren fortbringen, und dieſe Karren, ohne Rückſicht auf das tiefe Einſchneiden der Räder und das ſehr beſchwerliche Gehen der Pferde, immer längs der Chauſſee, auf der friſch aufgegrabenen oder geſchütteten Erde, fahren ließ, wodurch dieſe ſchon eine ſehr große Feſtigkeit erhalten hatte.

Bey dieſen Erdfuhren bedient man ſich einſpänniger Holländiſcher, höchſt einfacher Karren, die hier vielleicht nicht am unrechten Orte beſchrieben werden, da ſie in Deutſchland, ſo viel ich weiß, nicht ſehr bekannt ſind. Die zweyte Zeichnung auf der erſten Kupfertafel ſtellt eine ſolche Karre in der Anſicht von hinten, und Fig. 1. ihren Längendurchſchnitt dar. Unmittelbar auf der Achſe c c, ruhen die beiden Deichſel d d und zwiſchen dieſen iſt der an der Hinterſeite offne Erdkaſten g h, ſo eingehängt, daß er beym Fahren mit dem vorderen Ende g auf dem Querbalken a aufliegen, und beym Abladen ganz leicht nach hinten übergekippt werden kann, indem er dabey um die Achſe e e gedreht wird. Dieſe Achſe hat nehmlich, an jedem Ende, einen runden Zapfen, der in einer Vertiefung in einer Deichſel liegt, und hier, durch einen Ueberwurf, feſt gehalten wird. Beym Ausſchütten der Erde wird der Erdkaſten g h um die Achſe e gedreht, und nimmt dabey die durch punctirte Linien in Fig. 1. angedeutete Lage g′ h′ an. Sowohl wenn der Kaſten ledig, als wenn er mit Erde gefüllt iſt, muß ſein Schwerpunct vor die Achſe e fallen, weil er ſonſt auf a nicht gehörig feſt aufliegt. Auf jeder Deichſel iſt in b eine Achſe angebracht, an welche das Pferd angeſpannt wird.

§. 3.

Cölln verräth durch ſeine häßliche alte Bauart, und durch die krummen engen Straßen, bald die ehemalige Reichs-Stadt. Die Kirchen, und beſonders der Dom, verdienen aber ſicher die Aufmerkſamkeit jedes Reiſenden. Das ganze überaus prächtige Gebäude des Doms iſt aus hellgelbem Sandſtein aufgeführt, und von außen, im gothiſchen Geſchmack, mit unzähligen Niſchen, Statuen, Giebeln, und Bildhauer-Arbeiten aller Art, bis zum Ueberladenen, verziert: vorzüglich gilt dieß von dem Eingange unter dem Thurm. Der Thurm des Doms bildet ein viereckiges Prisma, und ſcheint daher ein unvollendeter Unterbau zu ſeyn. Seine Höhe iſt nicht beſonders groß, ſeine Bau-Art aber ſchon deßhalb merkwürdig, weil er, obgleich eine ſehr anſehnliche Steinmaſſe, unten auf lauter freiſtehenden, ſehr zierlich profilirten gothiſchen Pfeilern ruhet, die allenthalben freie Durchſicht geſtatten, und dem Gebäude ein ſehr leichtes Anſehen geben. Ueberhaupt iſt dieſe Kirche aber lange nicht zur Hälfte fertig geworden, und auch inwendig bey weitem nicht ganz ausgebauet.

Nächſt dem Dom zeichnet ſich die Jeſuiter-Kirche durch ihre Größe und Pracht im Innern vor den vielen übrigen Kirchen aus; ihr mittlerer Theil, oder das Hauptgewölbe, iſt viel höher als die überwölbten Gänge auf beiden Seiten, und ruht auf ſehr ſchlanken hohen ſteinernen Pfeilern, die jeder ein anderes, aber alle äußerſt prächtig mit Gold verzierte Capitäle haben, ſo wie auch die ganze Kirche, vorzüglich aber Altar und Kanzel, mit den ſchönſten Steinarbeiten und Vergoldungen nur zu ſehr verziert ſind. An den Haupt-Pfeilern ſind zwölf, aus Stein, mit vielem Ausdruck, in Lebens-Größe, ſehr ſchön gearbeitete Statuen der Apoſtel angebracht.

§. 4.

Cölln liegt hart am Rhein, und hat, längs demſelben, hohe, aus Ziegeln und Quaderſteinen aufgeführte Kays oder Futtermauern, nebſt einer breiten Uferſtraße. So bequem dieſe Lage zum Handel iſt, ſo hat er hier doch, beſonders ſeit dem Franzöſiſchen Revolutionskriege, durch die ſeitdem eingeführten Beſchränkungen des Getreide-Verkaufs ꝛc. ſehr abgenommen.

In den Futtermauern, die ſchon merkwürdig ſind, weil ſie dem Eisgange des Rheins Widerſtand leiſten, findet man viele ſteinerne Treppen, und gepflaſterte Auffahrten zum Heraufziehen des Holzes angebracht. Der Weinhandel hat hier einen großen Schiffskrahn nöthig gemacht, der von Holz, aber gerade wie der Krahn in Nymwegen gebauet iſt; da letzterer indeſſen, was Krahne ſonſt nicht ſind, ganz maſſiv aufgeführt iſt, ſo mag ſeine Beſchreibung hier, ſtatt der Beſchreibung des Krahns aus Cölln, eine Stelle einnehmen. Tafel I. Fig. 4. iſt die äußere Anſicht, Fig. 3. ein Durchſchnitt, Fig. 5. der Grundriß, und Fig. 6. die Balkenlage dieſes Gebäudes, das 24 Fuß im Durchmeſſer, und 5 Fuß dicke Mauern hat, in welchen eine Treppe aa angebracht iſt, auf der man zum Dachboden gelangt. Die große, im Mittelpunct des Gebäudes ſtehende Welle b, dreht ſich unten, auf einem eiſernen Zapfen, in einer Pfanne, und lehnt ſich, in α, gegen den Ring β; um daher das Ausreiben der Welle zu verhüten, iſt ſie bey α auf der nach dem Krahn-Arm oder Ausleger ef gekehrten Seite, mit Eiſen beſchlagen, und auch der Ring β mit eiſernen Schienen gefüttert, die von Zeit zu Zeit mit Fett geſchmiert werden. An dieſer Welle b ſind ganz unten, und oben unter dem Dachboden, zwei horizontale Querbalken oo Fig. 3 und Fig. 5. angebracht, die mit zwei vertikalen Ständern pp einen viereckigen Rahmen bilden, an welchem man die ſtehende Welle, nebſt dem obern Dache, und dem Ausleger ef herumdreht: in der Mitte jenes Rahmens befindet ſich die Windewelle r, mit zwei großen Treträdern, in denen ein Paar Menſchen herumgehen. Die Sparren des untern unbeweglichen Daches, ſtemmen ſich ſämmtlich gegen den Kranz s,

der mittelſt der Ständer u auf dem untern Kranze w ruhet. Der Ausleger e f wird durch eine ſtarke Strebe c d unterſtützt, und bey e mit ſtarken eiſernen Biegeln an der ſtehenden Welle b b befeſtiget. In f befindet ſich ein Haken, und eine Scheibe, ſo wie in e gleichfalls eine Scheibe. Man ſieht nun leicht, wie durchs Umdrehen der Treträder, das vom Haken f, um die Rolle i, über die Rolle k, und über die Rolle e, nach der Welle r geführte Tau, auf r aufgewickelt, und die Laſt dadurch gehoben wird; worauf dann die ſtehende Welle, mit den Treträdern, dem Ausleger und obern Theil des Daches gedreht, und die Laſt an der andern Seite des Krahns herabgelaſſen werden kann.

Der Cöllner und die an mehreren Orten am Rhein üblichen Krahne der Art, unterſcheiden ſich von dem beſchriebenen bloß dadurch, daß ſie Fachwerks-Wände haben, und viereckig oder häufiger achteckig geformt ſind. Eine tüchtige Verſtrebung der Wände und der Decke muß hier alſo das Umfallen der ſtehenden Welle verhüten, da dieſer Zweck beym Nymweger Krahn, bloß durch die Verbindung des Daches mit der Mauer, und durch die Stärke der Mauer, erreicht wird.

Die Communication der Stadt Cölln mit dem, am andern Ufer des Rheins liegenden Städtchen Deutz, wird durch eine fliegende Brücke unterhalten.

§. 5.

Von Cölln ab findet man ſchon faſt auf jeder nicht ganz unbedeutenden Landſtraße, mehrere ſogenannte Diligencen (die bekannten Franzöſiſchen Poſten): lauter Privat-Unternehmungen, die beſonders durch die freie Concurrenz, (durch das Beſtreben der Unternehmer, es einander an Bequemlichkeit, Wohlfeilheit und Schnelligkeit der Poſten zuvorzuthun, um ſich dadurch mehrere Paſſagiere zu verſchaffen) ganz vorzüglich gut eingerichtet worden, ſo daß man in einigen Gegenden, z. B. von Paris nach Orleans, 18 Preußiſche Meilen, in 14—16 Stunden fährt, ohne ſich deßhalb beym Frühſtücken und zu Mittage eſſen übereilen zu dürfen. Freilich gehören hierzu ſchöne Chauſſeen, die aber in Frankreich nicht ſelten ſind, und die man auch von Cölln bis Coblenz antrifft.

Bonn ſteht zwar Cölln an Größe ſehr nach, an ſeiner ſchönen Bauart iſt aber die ehemalige Reſidenz unverkennbar. Die Lage und die Umgebungen dieſer Stadt, ſo wie die Ausſicht von der Chauſſee, die von hier hart am linken Rhein-Ufer heraufgehet, ſind bezaubernd ſchön. Die Rhein-Gegend hat hier viel Aehnlichkeit mit den Elb-Gegenden zwiſchen Meißen und Dresden, unterſcheidet ſich aber durch viel höhere Cultur. Auf allen nicht gar zu ſteilen Bergen ſieht man Terraſſen aus rohem Bruchſtein gemauert, und mit Wein beſetzt. Zwiſchen dieſen Terraſſen ſind gewöhnlich, wie bey den Römiſchen Theatern, Treppen angebracht, die das Anſehen der Berge noch verſchönern.

Die gefälligſten Ausſichten bieten ſich bey Königswinter und Oberwinter dar; — doch dieß würde zu weit führen.

Unterhalb Oberwinter iſt die Chauſſee in einem ſteilen Felſen ausgehauen; bey Oberwinter aber geht ſie ſehr hoch überm Waſſer, und ſtützt ſich gegen eine jetzt aufgeführte, eben ſo hohe Quaderſtein-Mauer, die unten vom Rhein beſpült wurde, und unreine ſehr geringe Doſſirung hatte. In dieſer Gegend liegt die berühmte Enklavirung bey Honnef, die ich aber leider nur vom gegenüber liegenden Ufer, und alſo nicht nahe genug ſah, um etwas anderes davon anführen zu können, als daß das Bette des Rheins, der ſich hier ohnehin nicht ſehr ausbreiten kann, und im Hauptarm eine große Kieſelbank liegen hat, durchgehends aus Kieſeln von der Größe einer Wallnuß beſtand, ſo daß die Coupirung des rechten Armes, und die beabſichtigte Vertiefung des Hauptarms, offenbar mehr als gewöhnliche Schwierigkeiten haben mußte.

Bey Andernach war das ganze Rheinufer mit unzähligen Haufen Tras beſetzt, der in dieſer Gegend gebrochen und hier nach Holland eingeſchifft wird. Er macht große derbe Lagen in den Bergen aus, die beynahe ganz aus Tras beſtehen. Ehe er an die Luft kommt, iſt er aber nicht ſehr hart, ſo daß er ohne Schwierigkeit gebrochen, nehmlich mit Piken losgehauen, oder beynahe gegraben werden kann, daher die rohen Stücke auch faſt die Form großer Torfſtücke hatten; daß er in der Luft eine ſehr große Härte erhält, und daher mit Vortheil zu Quaderſteinen verarbeitet werden kann, iſt ſo bekannt, als ſeine Anwendung bey den Waſſerbauen.

§. 6.

Coblenz erhält durch den Zuſammenfluß der Moſel und des Rheins eine ſehr ſchöne Lage. Ueber die Moſel geht hier eine große, aus Quaderſteinen mit beynahe halbcirkelförmigen Bogen gemauerte Brücke, die aber theils durch die verſchiedene Größe der Bogen, und noch mehr dadurch, daß die Brücke im Grundriß mehrere Krümmungen bildet, ein äußerſt widriges Anſehen hat. Die Pfeiler der Brücke ſtehen auf einem mit Spundplanken umgebenen und ausgemauerten, aber, wie es ſcheint, nicht bebohlten Pfahlroſt, der, als ich die Brücke ſah, bey dem damaligen niedrigen Waſſerſtande, zwei Fuß über dem Waſſer hervorragte, und ein rund um die Pfeiler über 2 Fuß vortretendes Banquet bildete.

Zur Paſſage über den Rhein dient auch hier, wie bey Cölln, eine fliegende Brücke. Im allgemeinen iſt die Einrichtung der fliegenden Brücken, die an einem oberhalb im Grunde liegenden Anker befeſtiget ſind, und vermöge ihrer Stellung, durch den Strom von einem Ufer zum andern getrieben werden, nicht unbekannt. Auf

dem Rhein, beſonders unterhalb Cölln, trifft man faſt bei jeder kleinen Stadt eine fliegende Brücke an, aber demohnerachtet ſind ſie auf andern Flüſſen noch beinahe gar nicht im Gebrauch, ob es gleich nicht an Gelegenheit fehlt, ſie anzubringen. Fig. 25. auf der zweiten Tafel, zeigt den Grundriß, Fig. 7. (Tafel I.) die vordere Anſicht, und Fig. 8. den Längendurchſchnitt der fliegenden Brücke zu Coblenz. Der Längendurchſchnitt iſt nach der Linie φ ψ genommen, und bei allen drei Figuren liegt der unten, auf der Tafel II. gezeichnete Maaßſtab zum Grunde. Die fliegende Brücke beſteht aus zwei großen, feſt mit einander verbundenen Kähnen, über welchen ein Belag aus Balken und Bohlen angebracht iſt. Auf der Brücke ſteht eine Art von Portal A A, das durch eiſerne Ketten an den Kähnen befeſtiget iſt, und zugleich zur Zuſammenhaltung der Kähne dient. Jeder Haupt-Pfoſten des Portals iſt gleichſam Maſtbaum eines Kahns, und wird durch eine nach dem Hinterende gehende Kette a b, eine nach dem Vorderende ſeines Kahns gehende c e, eine nach dem Vorderende des andern Kahns gehende Kette d f, und durch die drei Seiten-Ketten g h, in ſeiner Stellung erhalten. Die erſteren Ketten erſetzen die ſonſtigen Taue, die letztern drei aber, die auch durch eiſerne Sproſſen mit einander verbunden ſind, dienen zugleich ſtatt der Strickleitern. Die Gelenke der Ketten ſind übrigens, gerade wie die Gelenke der Meßketten, ſehr lang, und durch Ringe mit einander verbunden. Zwiſchen den beiden obern Querbalken des Portals wird das Haupttau F F, woran die Brücke befeſtiget iſt, durchgeſteckt, mit dem hintern Ende, auf die, mittelſt Handſpeichen k k bewegte liegende Winde D, ſo viel als nöthig, aufgewunden, und die Brücke dadurch beſtändig in der gehörigen Entfernung von dem oberhalb liegenden Anker erhalten. Der über den Kähnen angebrachte obere Bohlenbelag iſt mit einem hölzernen Geländer E E eingefaßt, deſſen zwei einander gegenüber liegende Oeffnungen I I durch Stangen i i geſchloſſen werden können, die in eiſernen Oehſen r r, horizontal hin und her geſchoben werden. Auf dem Vordertheil jedes Kahns iſt eine ſtehende Winde G angebracht, die mittelſt vier Arme gedreht wird. Am Vorderende befindet ſich auch eine Treppe, zum Herabſteigen nach dem Raum des Kahns, und am Hinterende gleichfalls eine Treppe, die zu der hier angebrachten Kajüte führt. Jeder Kahn iſt endlich noch mit ein Paar Pumpen verſehen, und hat ein großes Steuerruder H L. Beide Steuerruder werden gewöhnlich durch eine Querſtange mit einander verbunden, ſo daß der auf der Laufbrücke M M ſtehende Steuermann nur eines ſchieben darf, um beide zu bewegen. Die ſpecielle Bauart der Gefäße, die Befeſtigung des Belages u. ſ. w. ergeben ſich aus den Figuren, in welchen dieſelben Theile immer mit einerlei Buchſtaben bezeichnet ſind.

Das Tau F F iſt nun in einer Entfernung, welche $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal ſo groß ſeyn muß,

als die Breite des Fluſſes, an einem, oder, der Sicherheit wegen, an ein Paar ſtarken, in der Mitte des Fluſſes im Grunde liegenden Ankern w befeſtiget, von welchen es nach dem Portal der fliegenden Brücke A geführt iſt, wie die nach kleinerem Maaßſtabe gezeichneten Fig. 9 und 10. Tafel I. zeigen. Erſtere iſt ein Långendurchſchnitt, letztere ein Grundriß des Stroms, mit der fliegenden Brücke. Von der Stårke des Taues F F hångt die Sicherheit der ganzen Brücke ab, weßhalb man auch oft, beſonders in Holland, ſtatt des Theils des Taues, der nicht auf die Winde D aufgewickelt werden darf, Ketten braucht, die den oben beſchriebenen Ketten ganz åhnlich ſind. Wo man ſich aber auch keiner Ketten bedient, iſt das Tau doch ſo ſchwer, daß es auf der großen Långe, vom Anker bis zur Brücke, nicht ohne Unterſtützung frei ſchweben kann. Dieſe Unterſtützung erhålt man durch mehrere, etwa in 12 bis 20 Ruthen Entfernung von einander angebrachte, kleine ſcharf gebauete Kåhne, deren Größe ſich nach der Schwere der Kette oder des Taues richten muß, und auf welchen es, in dem vorne angebrachten kleinen Maſtchen, feſt eingehakt wird. Die Höhe dieſes Maſtchens muß wenigſtens ſo groß ſeyn, daß das Tau die Schnåbel des Kahns nicht berühren kann; iſt ſie zu groß, ſo fallen die Kåhne leicht um. Je breiter der Strom, und je långer alſo auch das Tau FF iſt, deſto größer iſt die Anzahl der kleinen Kåhne; auf dem Rhein betrågt ſie gewöhnlich 5 bis 8.

Wo die Brücke an den Ufern anlegt, ſind ſchwimmende Auffahrten angebracht, deren eine auf Taf. II. in Fig. 11. in der Anſicht nach größerem Maaßſtabe dargeſtellt iſt. Ein Paar Kåhne u und v ſind hier an Tauen und Pfåhlen befeſtiget, und mit einem Bohlenbelag m m bedeckt, von welchem man, mittelſt Balken n n, und übergelegter Bohlen, nach dem hohen Ufer herauf fåhrt. Der Kahn v iſt überdem mit Pumpen verſehen, durch welche ſo viel Waſſer, als man will, ein- und ausgepumpt werden kann, wodurch es alſo ganz leicht iſt, ihn auf einer Höhe zu erhalten, die mit der Höhe des Belags der fliegenden Brücke genau übereinſtimmt. Wåhrend die Brücke am Ufer liegt, iſt ſie mit der darauf angebrachten ſtehenden Winde G, (Fig. 7. Fig. 8 und Fig. 25.) ſo dicht an der Auffahrt befeſtiget, daß Menſchen und Wagen, die den Strom paſſiren wollen, über die Kåhne u und v ganz bequem heraufgehen oder herauffahren können. Iſt dieß geſchehen, ſo wird das Gelånder der Brücke, mittelſt der verſchiebbaren Stange i i, geſchloſſen, das Tau der Winde G losgemacht, und der Brücke nun, durch Umdrehung der Steuerruder, eine ſchråge Stellung gegeben, (nach R S im Grundriß Fig. 10) das Tau F F gleitet dann nach der den Ufern T zugekehrten Seite des Portals A, erhålt die Brücke dadurch in ihrer ſchrågen Stellung, und ſo treibt die Gewalt des Stroms ſie in einem Zirkelbogen, den ſie um den Anker w beſchreibet, åußerſt ſchnell nach dem andern Ufer

herüber. Ehe ſie dort ankommt, gibt man ihr durch Drehung der Steuerruder, wieder eine gerade Stellung, und ſchwächt dadurch zugleich ihre Geſchwindigkeit. Die Brücke wird nun an der andern Auffahrt befeſtiget, mittelſt der ſtehenden Winde ganz dicht angezogen, und endlich die jetzt am Ufer ſtehende Seite des Geländers, durchs Wegſchieben der Stange i i, geöfnet, worauf die übergeſetzten Wagen und Pferde die Brücke verlaſſen, und die nach dem erſten Ufer überzuſetzenden heraufkommen. Alle vorigen Operationen werden dann genau wiederholt. Beim Zurückfahren muß aber den Kähnen offenbar eine nach der andern Seite gekehrte ſchräge Stellung ertheilet werden.

So ſicher, ſchnell und bequem als dieſe Brücken, kann nicht ſo leicht eine Fähre den Strom paſſiren, und doch wird hier alles durch den Strom ſelbſt bewirkt. Bloß ein Steuermann, und ein oder höchſtens zwei Brückenknechte, ſind zu allen dabei vorkommenden Arbeiten hinreichend, und können jedesmal vier Wagen nebſt einer ſehr großen Menge Menſchen überſetzen, daher dieſe fliegenden Brücken auch beinahe Schiffbrücken erſetzen. Auf ſehr breiten langſam fließenden Strömen und auf Strömen, die vom Winde oder der Fluth des Meeres zurückgeſtauet werden, ſind dergleichen Brücken aber nicht füglich anzuwenden; ſie ſchicken ſich vorzüglich für die von der Mündung entfernteren Theile der großen Flüſſe, die in der Regel auch anſehnliche Geſchwindigkeit haben.

§. 7.

Die berühmte Coblenzer Waſſerleitung konnte ich aus Mangel der Zeit nicht beſehen, indem ich eilte, um nach Mainz zu kommen, und unterweges noch das rieſenmäßige Prachtwerk, die Felſen-Chauſſee, die man am Rhein von Coblenz nach Mainz anlegte, kennen lernen wollte.

Von Coblenz bis Bingen fließt der Rhein hier in einem engen, von hohen Bergen und ſchroffen Felſen eingeſchloſſenen Thale, in welchem ehemals, an vielen Stellen des linken Ufers, nur kaum ein höchſt beſchwerlicher Fußſteig exiſtirte, indem die Landpaſſage faſt bloß am rechten Ufer ging. Seitdem aber beide Ufer verſchiedene Herren erhalten, legte man, Franzöſiſcher Seits, längs dem Rhein, bis nach Mainz hin, eine prächtige Chauſſee an, die im Herbſte 1803 ſchon zur Noth befahrbar war, und jetzt ganz vollendet ſeyn ſoll. Sie hat größtentheils in Felſen eingeſchnitten werden müſſen, die aus Thonſchiefer beſtanden, und ſich nur mit eiſernen Keilen und Schlägeln ſpalten ließen, an mehrern Orten ſtieß man aber auch auf Granit, der ganz mit Pulver geſprengt werden mußte. Taf. II. Fig. 15, 16, 19 und 20 ſind Profile der Chauſſee in Felſen und Thonbergen. In den letztern iſt ſie theils bloß eingegraben, und der Berg, nach $\beta\alpha$ in

Fig. 20, einfüßig doſſirt, theils nach Fig. 19. mit Futtermauern aus Bruchſteinen verſehen; in beiden Figuren bezeichnet die punctirte Linie die bisherige Geſtalt des Berges. Kurz vor Poppart fehlte am Berge der Platz zum Einſchneiden der Chauſſee gänzlich, weßhalb man hier ein koloſſales Werk, nehmlich am concaven Ufer einer großen Strom-Serpention, eine etwa 40 Fuß hohe ſehr lange Mauer aus roh bearbeiteten Bruchſteinſtücken aufgeführt hat, die jetzt, nachdem ſie fertig iſt, mit Erde hinterfüllt wurde und nach Fig. 16, der Chauſſee zur Unterſtützung diente. Noch intereſſanter ſind in gewiſſer Hinſicht mehrere Stellen der Chauſſee, an welchen ſie, nach Fig. 15, in einen mit Pulver geſprengten Granitfelſen eingeſchnitten iſt, der jetzt oben über die Chauſſee merklich herüberhängt.

Zwiſchen Bacharach und Bingen hat man die Chauſſee größtentheils in ſteile Lehmberge eingeſchnitten, deren Erde von Natur mit Kies gemiſcht, dabei aber auch ſo feſt war, daß die Erde faſt gar keine Doſſirung nöthig gehabt hatte, und daß ſich demohnerachtet doch keine Spur von Abbröckelung zeigte. In dieſer Gegend war man auch ſchon mit dem eigentlichen Chauſſee-Pflaſtern des Weges beſchäftiget. Wo die Chauſſee bloß im harten Felſen ausgehauen war, hatte man dieß beinahe ganz unterlaſſen, und den Felſen faſt bloß geebnet.

Von Bingen bis nach Mainz hin, iſt das Land ganz flach, und der Rhein fließt hier wieder in einem breiten ſandigen, ſeiner Waſſermenge angemeſſenen Bette.

Auch hier war eine Chauſſee, die nach Mainz führt, in voller Arbeit; bei dieſer hatte man aber, im Vergleich mit der vorigen, wenige oder keine Schwierigkeiten zu überwinden, indem das ebene Terrain, und die Nähe der nöthigen Materialien, die Arbeiten ſehr erleichterten; ſo daß hier auch jede Lieu (halbe Meile) nur 60000 Francs (16000 Rthlr.) koſten ſollte.

Das Verfahren bei Anlegung dieſer Chauſſee, das auch bei mehreren andern Chauſſeen, die jetzt in Frankreich im Bau waren, beobachtet wurde, beſtand weſentlich in folgendem.

Zuerſt wurde der Weg mittelſt Abſtechung der Erhöhungen und Ausfüllung der Vertiefungen, ſo viel als möglich geebnet, die Erde von erſteren auf einſpännigen Pferdekarren, in letztere gefahren und, wie ſchon oben erwähnt iſt, ſtrenge darauf geſehen, daß die Karren immer auf der neu geſchütteten Erde fahren mußten. Jede Erdſchicht aus Lehm und Sand erhielt nur eine Dicke von 6 Zoll, und wurde dann über und über mit der Handramme feſt geſtampft. War der Weg auf dieſe Art bis zur erforderlichen Höhe fertig, ſo erhielt ſie das Profil a b b c d e e e f g h h i Tafel II. Fig. 17. worin d e und f g Sommerwege andeuten, auf denen gerade nur ein Wagen fahren kann, dahingegen

die eigentliche Chauſſee d f die zu zwei Wagen erforderliche Breite haben muß. Bei d und f legte man nun die ſogenannten Bardur-Steine, von denen einer um den andern, der erſte nach der Länge (wie ein Läuferziegel), der andere nach der Breite (oder wie ein Binderziegel) lag. Auf der Chauſſee bei Bacharach ließ man die Binder in die eigentliche Chauſſee, bei Mainz aber in die Sommer-Wege vortreten, und gab ihnen an beiden Orten bis über 2 Fuß Länge. Zwiſchen d und f wurden dann Bruchſteine, von 6 bis 14 Zoll Größe, mit der Fläche nach unten, und mit den Spitzen nach oben, im beſtmöglichſten Verbande, dicht an einander aufgeſetzt, und der Chauſſee dadurch ſchon das ganze gewölbte Profil gegeben. Auf dieſe Steine ſchüttete man kleinere zerſchlagene Bruchſteine, ſchlug ſie mit großen Schlägeln feſt ein, und ſtreuete nun groben mit etwas Lehm gemiſchten Kies-Sand über, der allmählig in die Fugen zwiſchen den Steinen eindringt, und dieſe wie mit einem Mörtel verbindet. Die Feſtigkeit der ſo gebaueten Chauſſeen, die gleich, ſo bald ſie fertig, ſehr eben und ganz bequem zu befahren ſind, beruhet, nächſt der Härte des Steins ſelbſt, beſonders darauf, daß der Druck, den jeder Punct der Oberfläche empfängt, ſich ungefähr wie der Druck auf die Spitze eines pyramidenförmigen Kugelhaufens, unten auf mehrere Steine, und alſo auf eine große Fläche vertheilt.

Auf eine ſtarke Viertelmeile hatte man hier eine beim Aufgraben entdeckte alte verſchüttete Römiſche Chauſſee benutzt, die ſehr feſt, aber faſt bloß aus Kies, wie die neuen Kies-Chauſſeen, gebauet war. Wo die Römiſche Chauſſee zu krumm ging, wie z. B. in der Nähe von Bingen, da brach man ſie ganz weg, und ſuchte das Materiale zu benutzen; das Wegbrechen konnte aber nur, gerade wie bei alten mit Kalk aufgeführten Mauern, mit eiſernen Piken bewirkt werden.

So vortrefflich man die Land-Paſſage von Coblenz nach Mainz einzurichten ſuchte, ſo traurig ſieht es mit der Waſſer-Communication zwiſchen dieſen beiden Orten aus. Das große Gefälle des Rheins erſchwert auf dieſer ganzen Strecke das Herauffahren der Gefäße ſehr, noch nachtheiliger ſind aber die Steinbänke und Waſſerfälle, bei St. Goar und Bingen: beide ſind als große Hinderniſſe der Rheinſchifffahrt bekannt, erſtere unter dem Namen Banken von St. Goar, letztere unter dem Namen des Binger Loches.

§. 8.

Mainz iſt ſo oft und ausführlich beſchrieben, daß ich von dem Orte ſelbſt, von den prächtigen, jetzt theils zerſtörten, theils leer ſtehenden Gebäuden, nichts anführen, und nur einiges bemerken will, das auf den Gegenſtand dieſer Schrift unmittelbaren Bezug hat. Dahin gehöret vorzüglich die berühmte Schiffbrücke, die nahe unterhalb des

Zuſammenfluſſes des Mains und Rheins liegt, und auf welcher das gelbe Waſſer des erſteren von dem grünlichen des letzteren Fluſſes deutlich unterſchieden werden kann. Die Brücke iſt 138 Rheinländiſche Ruthen lang, (alſo bei weitem nicht ſo lang als die Schiffbrücke über die Weichſel in Graudenz) und beſteht aus vierzig flachen mit Blech beſchlagenen Pontons, die hinten und vorne ſtumpfe Spitzen haben, und an im Grunde liegenden Ankern befeſtiget ſind. Eine eigne empfehlungswerthe Methode zur Oefnung der Brücke, beim Durchfahren der Gefäße oder Holzflöße, verdient hier angemerkt zu werden, weil das Gefäß, das aus der Reihe der Pontons beim Oefnen der Brücke herausgezogen wird, ſich hier leichter und ſchneller als bei andern Schiffbrücken losmachen und fortſchaffen läßt. Taf. II. Fig. 18. ſey ein ungefähres Längenprofil *) durch den Durchlaß dieſer Brücke, A ſtellt darin einen etwas größeren als die übrigen Brückenpontons vor, an welchem ſich hinten ein Steuerruder und vorne ein Räderwerk zum Ziehen des Pontons befindet. Sollen nun Schiffe durch die Brücke durchgelaſſen werden, ſo öfnet man zuerſt die Klappe h h, ſteckt bei g einen Hebebaum unter die Balken e, hebt dieſe dadurch etwas in die Höhe, und zieht dann die untergeſteckten hölzernen Keile i hervor. Einer oder ein Paar Arbeiter ſteigen nun bei g auf die Balken e und wippen ſie dadurch am andern Ende bei l in die Höhe, ſo daß das Gefäß A mit den darauf ruhenden Balken, Belag und Geländer, nun ganz leicht den Strom herabgeführt, und mittelſt des oben erwähnten Räderwerks wieder ſtromaufwärts an ſeine Stelle gezogen werden kann. Das Räderwerk beſteht aus einer ſtarken eiſernen, mit einem Schwungrade verſehenen Kurbelwelle, die von einem oder von zwei Menſchen bewegt wird, und an welcher ſich ein kleines eiſernes Getriebe befindet, das in ein Stirnrad greift, auf deſſen hölzerne Welle ſich eine ſtarke eiſerne, an den oberhalb im Grunde liegenden Ankern befeſtigte Kette, aufwickelt, wenn das Gefäß gegen den Strom gezogen, oder abwickelt, wenn es mit dem Strom herabgelaſſen wird. Die Auffahrten der Brücke ſind flach, und daher ſehr lang, haben aber, gerade ihrer Länge wegen, zwiſchen den Ufern und dem Ponton, auf welchem ſie ruhen, zweimal unterſtützt werden müſſen, nehmlich zuerſt nahe am Lande, durch ein gerammtes Pfahljoch, durch deſſen Holm drei ſtarke verticale Schraubenſpindeln durchgeſteckt ſind, auf denen oben ein Träger ruhet, der die Balken der Auffahrt unterſtützt. In den Schrauben befinden ſich Löcher zum Durchſtecken von Speichen, und unter der Auffahrt hängt an eiſernen Ketten ein hölzernes Ge-

*) Der Zweck der Fig. 18. iſt bloß, die Art, wie der Durchlaß-Ponton los gemacht wird, zu ſchildern; die Zeichnung der Pontons ſelbſt, und der Brücke auf denſelben, darf daher hier ſo wenig als in Fig. 12. für richtig oder dem Original ganz ähnlich gehalten werden.

rüſte, auf welches, ſo oft das Steigen oder Fallen des Waſſers eine Veränderung der Auffahrt nöthig macht, einige Arbeiter herabſteigen, die drei großen Schrauben mittelſt der durchgeſteckten Speichen drehen, und dadurch den Träger heben oder ſenken. Die zweite Unterſtützung der Auffahrt erhält man durch einen über dem erſten Brücken-Ponton angebrachten Träger, der bisher, ſo oft es nöthig war, mittelſt 8 Fuhrmanns-Winden gehoben, und dann durch Klötze unterſtützt wurde. Die geringſte Ungleichförmigkeit in Bewegung dieſer Winden, hatte jedesmal ein Zerbrechen derſelben zur Folge gehabt, und daher den Ingenieur, dem die Aufſicht über die Brücke obliegt, über eine hier anzubringende Verbeſſerung nachzudenken veranlaßt, welche Verbeſſerung gerade, als ich die Brücke ſah, realiſirt wurde. Zwei 8 Fuß lange 4 Zoll im Durchmeſſer ſtarke, in Strasburg faſt unübertrefflich ſchön gearbeitete ſtählerne Schrauben i i. trugen (nach Taf. I. Fig. 12.) den zuvor erwähnten Unterzug l, zu deſſen Befeſtigung unten an jeder Schraube ein breiter Kopf angebracht war. Oben hängt jede Schraube in einer metallenen Mutter v v die Fig. 13. in der Anſicht und 14. im Grundriß beſonders dargeſtellt iſt, und die auf einer eiſernen von dem Gerüſte B B getragenen Scheibe ruhet. Steckt man, nach Fig. 14, einen Hebel x y durch dieſe Schraubenmutter, und dreht ſie damit auf der eiſernen Scheibe herum, ſo wird offenbar der Unterzug l gehoben oder geſenkt, und ſo kann die Stellung der Auffahrt ſehr bequem geändert werden. Selbſt wenn der Unterzug an einem Ende mehr als am andern gehoben wird, iſt kein Springen der Schrauben zu beſorgen, da ſie nur mit ihrem obern Ende loſe aufgehängt ſind, ein Vortheil, der die größere Reibung, die dieſe Einrichtung vor andern mit ſich führt, ſicher überwiegt: und der den Ingenieur beſtimmt hat, gerade dieſe Einrichtung zu wählen, da es ſonſt ſicher beſſer geweſen wäre, die Mutter ruhen zu laſſen, und die Schraubenſpindel i i zu drehen. Uebrigens verſteht es ſich von ſelbſt, daß die Schrauben nur zur Stellung des Unterzugs dienen, und daß er, ſobald er gehörig geſtellt iſt, durch Stützen, Klötze, Keile u. ſ. w. beſonders unterſtützt werden muß; weil die Schrauben beim Herüberfahren der Wagen über die Brücke, ſonſt leicht Schaden nehmen würden.

§. 9.

Oberhalb der Schiffbrücke liegt der **Freihafen**, oder der einzige öffentliche Ablade-Platz aller Waaren, die hier, ohne von den Zollbedienten viſitirt zu ſeyn, aus den Schiffen ausgeladen werden dürfen. Der Platz iſt durch eine hölzerne Barriere, und eine maſſive Mauer eingeſchloſſen, um alle Communication mit der Stadt zu verhüten, und ſteht bloß mit der Schiffbrücke durch einen Weg in Verbindung, der jetzt, mittelſt eines vor den Feſtungsmauern, die vom Fluß beſpült werden, gerammten und hinterfüll-

ten Pfahlbollwerks, angelegt iſt. Alle Waaren, die nicht aus dem Freihafen wieder verſchifft werden, müſſen daher auf dieſem Wege nach der Brücke gebracht werden, und, wenn ſie in die Stadt kommen, das Zollbüreau an der Brücke paſſiren. Die Flußſeite des in Rede ſtehenden Platzes iſt durch eine aus rothen Quaderſteinen ganz vertical aufgeführte Futter- oder Kay-Mauer eingefaßt, in der ſich mehrere Treppen befinden, die theils tiefer theils weniger tief herabgehen, um davon beim niedrigen oder hohen Waſſerſtande Gebrauch machen zu können *). Der Strom geht hier zwar ganz auf der Stadtſeite, demohnerachtet befindet ſich aber bei niedrigem Waſſerſtande, vor den Kays — trocknes Land! und doch machte man noch keine Anſtalten, um dieſem Uebel, das das Anlegen der Schiffe offenbar ſehr erſchwert, abzuhelfen, und mehrere Tiefe zu erzeugen. Auf den Kays iſt eine große Menge Schiffskrahne aller Art angebracht, die aber im Winter weggenommen werden müſſen, indem das Eis und die hohe Frühjahrs-Fluth bisweilen über die Kays tritt. Dieſer Umſtand hat eine eigne Einrichtung der verſchiedenen Krahne nöthig gemacht, von denen ein Paar hier kurz beſchrieben werden ſollen. Die einfachſten ſind die ſogenannten Wippen, deren eine Taf. II. Fig. 22. im Grundriß und Fig. 21. in der Anſicht abgebildet iſt. Jede ſolche Wippe beſteht aus einem vertical aufgeſtellten und landwärts mit Tauen befeſtigten Baum a b. Fig. 23. an welchem oben, mittelſt einer Kette b c, die Wippe d c hängt, die unten auf einem an die Kay angeſchraubten Balken e e feſt iſt. Fig. 23. und Fig. 24. zeigen in der Anſicht und im Grundriß, wie der Balken e e an der Mauer angeſchraubt und wie die Wippe d c mittelſt des Gelenkes k ſo daran befeſtiget iſt, daß ſie nicht nur auf und nieder bewegt, ſondern, weil das Gelenk k unten mit einem runden Zapfen im Balken e e und in der Mauer ſteht, auch um k herum gedreht werden kann. Mit Hülfe des bei c angehängten Flaſchenzuges, hebt man die Laſt auf, und kann die Wippe dann durch ein oben bei c angebundenes Tau mit der daran hängenden Laſt, ſeitwärts nach dem Lande, oder vom Lande nach dem Waſſer, drehen.

Außer einer Menge ſolcher Wippen ſtehen hier auch noch zwei große Krahne. Taf. III. Fig. 26. ſtellt den Durchſchnitt durch die Mitte und Fig. 27. den Grundriß des einen neuerlichſt erbaueten dieſer Krahne, ungefähr dar. Ein großer hölzerner Pfoſten AB, iſt dabei unten, etwa 8 Fuß tief, in die Kaymauer eingeſetzt, und hinten durch Streben s T, die man ſchräge einlegt, und bei s am Pfoſten heruntertreibt, feſt gekeilt.

*) Die von Hr. Colonel Blanken in den neuen Kays zu Helwoet angebrachten halbzirkelförmigen amphitheatraliſchen Treppen ſind bei jedem Waſſerſtande mit gleichem Vortheil zu gebrauchen, und hätten daher hier die Anlage vieler Treppen entbehrlich machen können.

Vor ihm ruhet, auf dem Kloße F, der Drehſtänder G H, mit dem 18 füßigen Ausleger o N, der durch die Strebe I M unterſtützt iſt. Zwei in k und a angeſchraubte Bänder k L, die unten eiſerne Ringe haben, durch welche eine runde Stange R durchgeſteckt iſt, dienen dazu, den Ausleger, an welchem bei N die Laſt hängt, beliebig zu drehen.

Unten im Pfoſten G H iſt zu dem Ende ein ſtarker Blatt-Zapfen angebracht, der in einer auf dem Kloß F befeſtigten Pfanne ſteht, oben bei H bilden aber zwei ſtarke am Pfoſten G H angeſchraubte eiſerne Biegel, und ein am Ausleger o angeſchraubter Biegel, mittelſt des durch alle drei Biegel durchgeſteckten eiſernen Bolzens b, ein förmliches Charnier. Der Ausleger kann bei dieſer Einrichtung um die Achſe des Drehſtänders G H einen Winkel von beinahe 180 Grad beſchreiben, indem er ſich von der im Längendurchſchnitt angenommenen, im Grundriß aber nur durch punctirte Linien angedeuteten Stellung, auf jeder Seite nur 90 Grad entfernt. Zur beſſern Befeſtigung der Strebe M I, iſt noch die eiſerne Stange H U bei H und U angeſchraubt. Man ſieht leicht, daß die Laſt v den Winkelhebel G H N um G zu drehen, und den Pfoſten A B oben nach N hinüber zu biegen ſucht. Um daher das Ueberweichen dieſes Pfoſtens ganz ſicher zu verhüten; iſt an dem ſchräge eingerammten Pfahl E, ein ſtarker Balken C D mittelſt eines Zapfens und mittelſt des an E angeſchraubten und durch D durchgeſteckten und gleichfalls verſchraubten Bandes c d befeſtiget; dieſer Balken ſteht oben mit dem Ständer A B, durch den Bolzen g e, und den Beſchlag g h in Verbindung. Außerdem iſt aber auch noch auf jeder Seite eine eiſerne Stange x z y und w z angebracht, und unten bei x mittelſt einer ſtarken Oehſe an den Quaderſteinen der Futtermauer feſt gemacht. Die bei z angebrachte Vorrichtung zur Verkürzung oder Verlängerung dieſer Stange, iſt in Taf. III. Fig. 28. für ſich dargeſtellt. Indem man durch den bei x x mit einer Schraubenmutter verſehenen Biegel x y z z y x einen Baum $\varphi\ \varphi$ durchſteckt, und dieſen herunterbiegt. bleiben die eiſernen Stangen ψ und $\lambda\,\mu$ feſt ſtehen, der Biegel x y z dreht ſich aber um ψ herum, und ſchraubt ſich auf $\lambda\,\mu$ auf, ſo daß ψ und $\lambda\,\mu$ näher zuſammengezogen werden, d. h. daß die Stange x z y verkürzt wird. Hinter dem Pfoſten A B ſteht, nach Fig. 26. und 27. ein hölzernes, in Fachwerk aufgeführtes und mit Brettern bekleidetes Gebäude, in welchem die Hauptwelle P Q P auf ſtarken eiſernen Zapfen ruhet. An dieſer Welle ſind zwei große Treträder angebracht, durch deren Bewegung das von dem Haken bei N, über die Rolle V, über die Rollen N und φ, zwiſchen zwei dicht an einander ſchließenden Rollen i hindurch, über die Rolle K, und endlich über die im Dach angebrachte Walze ψ geführte Tau, ſich auf die Welle P aufwickelt. Es iſt leicht einzuſehen, daß auf die accurate Stellung dieſer Rollen, beſonders der Rollen φ i und K, ſehr viel ankommt, indem das Tau ſonſt, beim Umdrehen des Auslegers, leicht abgleiten, oder ſich doch an

den Rändern der Rollen klemmen könnte. Bei der Rolle K iſt dieß Klemmen ganz unvermeidlich, da das Tau von K nach Q, wie der Grundriß zeigt, oft eine etwas ſchiefe Richtung annehmen muß, indem es ſich auf die ganze Welle zwiſchen den Treträdern aufwickelt. Alle Rollen ſind hier von Metall genau ſo breit als das Tau gearbeitet, und um ihre feſt liegenden Achſen beweglich, die Rolle K aber iſt etwas breiter gemacht, weil das Tau, das von hier nach der Welle Q oft etwas ſchräge gezogen wird, ſonſt ſehr abgenutzt werden würde; auch iſt dieſe Rolle mit einer daran befeſtigten, an den Enden verſtahlten, in Pfannen ruhenden Achſe verſehen; weil das Loch durch die Rolle ſonſt nämlich, wenn die Rolle um einen Bolzen liefe, an den Seiten bald ungleich ausgerieben werden müßte, welches aber bei einer beweglichen Achſe weniger zu beſorgen iſt, indem der Hebel, auf deſſen Endpunct der ſchräge Zug des Windetaus ſeitwärts wirkt, dabei viel länger iſt *). Die Welle P Q P hat überdem da, wo das Tau ſich aufwickelt, keine cylindriſche, ſondern eine tonnenförmige Geſtalt, um dadurch zu verhüten, daß das Tau ſich nicht bloß in der Mitte aufwickele, ſondern auch nach den Enden gleite, welches ſonſt offenbar nicht geſchehen würde, da die Mitte zwiſchen den Treträdern, der Rolle K am nächſten liegt, und das Tau geradezu aufnimmt. Der Zweck der Rollen i i und φ, iſt ſehr leicht zu errathen; erſtere dienen, um das Tau, was für eine Stellung der Ausleger auch haben mag, gerade auf K zu führen, φ dient aber wieder, um das Tau nicht zwiſchen N und i, beſonders nicht nahe vor i, tief herabſinken zu laſſen, weil es ſonſt an den Seiten der Rollen i zu ſtark reiben würde. Schließlich iſt noch auf die Bänder l m aufmerkſam zu machen, die den Klotz F, mit dem Ständer A B zuſammen halten und mit ſtarken durch den ganzen Klotz durchgeſteckten Schraubenbolzen befeſtiget ſind. Die mittelſte Schraube iſt dabei abſichtlich auf der Fuge zwiſchen A B und F angebracht, um den Biegel zugleich an F und A B feſt anzudrücken, und zu verhüten, daß F nicht, wenn der Ausleger landwärts gedreht iſt, durch die daran hängende Laſt, ſeitwärts übergebogen werde. Im Winter wird der Pfoſten A B mit dem Ausleger ganz weggenommen, und bloß das Gebäude, nebſt den weiter landwärts ſtehenden gerammten Pfählen, bleibt ſtehen.

Außer dem hier beſchriebenen befindet ſich am Freihafen noch ein alter ſehr großer und äußerſt künſtlich eingerichteter Krahn, der 4 Ausleger, aber nur ein Tretrad hat, das mittelſt beſonderer Vorrichtungen, bald für den einen, bald für den andern Ausleger dient. Die Einrichtung dieſes Krahns ſcheint indeſſen der ſo eben beſchriebenen an Zweck-

*) Aus demſelben Grunde ſollte man bei allen Rammen, wo das Rammtau auch häufig etwas ſeitwärts gezogen wird, die Rammſcheibe mit beweglichen Achſen in Pfannen laufen laſſen.

mäßigkeit ſehr nachzuſtehen, und iſt überdem ſo künſtlich, daß ſie ſich ohne eine Menge Zeichnungen nicht erklären läßt, daher dieſes Gebäude hier übergangen, und nur noch, in Beziehung auf den vorigen Krahn, bemerkt wird, daß er 30 bis 50 Centner hebt, und hier ſeit einigen Jahren als vorzüglich bequem erprobt iſt. Uebrigens verſteht es ſich von ſelbſt, daß bei dem Freihafen einige Wagen und verſchiedene Magazine zur Beherbergung des Weins, der Stückgüter u. ſ. w. angebracht ſind.

§. 10.

Dicht unterhalb der Schiffbrücke ſind noch mehrere Reſte der von Druſus erbauet geweſenen ſteinernen Brücke kenntlich, zwiſchen ihnen liegen jetzt viele Schiffmühlen, die ſich von den gewöhnlichen darin unterſcheiden, daß ſie auf jeder Seite ein Schaufelrad und für beide Räder eine gemeinſchaftliche mitten durch die Mühle durchgeſteckte Welle haben, deren Zapfenlager auf einem auf jeder Seite des Mühlenſchiffs ausgebauten Gerüſte ruhen, ſo daß die Mühle hier nicht, wie ſonſt, eines zweiten beſondern Gefäßes zur Unterſtützung der Welle bedarf.

Weiter unterhalb gehen die Feſtungswerke der Stadt hart am Ufer des Rheins fort, und am Ende der Stadt folgt nun noch ein Winterhafen für die Brücken-Pontons und für die Schiffmühlen. Dieſer Hafen beſteht in einem gegrabenen Baſſin, das durch eine ſchmale mit einer Zugbrücke verſehene Oefnung mit dem Rhein in Verbindung ſteht. Die Oefnung iſt ſo klein, daß die Schiffmühlen nur ohne die Räder und ohne die durch das Gebäude durchgeſteckten Wellen hineinkommen können. Der Hafen verſandet aber dennoch faſt alle Jahre gänzlich, und muß dann unter der Zugbrücke zugedammt und ausgegraben werden. Zu dieſem Behuf ſind in den Widerlagsmauern der Brücke ſchon Einſchnitte angebracht, in welche man horizontale Balken übereinander hineinlegt, und die Oefnung dadurch leicht ſchließt.

§. 11.

Ganz nahe bei Mainz ſtehen noch Ueberbleibſel einer großen Römiſchen Waſſerleitung, durch welche das Waſſer, in der Gegend von Saarbach, von einem Berge, der eine ſchöne Quelle hat, nach dem Römiſchen Lager geleitet wurde. Noch jetzt benutzt man dieſes Waſſer, und führt es durch hölzerne Röhren, unter der Erde, nach Mainz. Von der Römiſchen Anlage ſind bloß einige 30, aus irregulären Bruchſteinen als Gußwerk (emplecton) gemauerte Pfeiler vorhanden.

Wahrſcheinlich ging die Leitung von einem Berge nahe bei der Quelle, oben in einem offnen Graben, und dann in einem gemauerten, auf den Pfeilern ruhenden Canal, über das Thal, worin die Pfeiler jetzt ſtehen, bis nach dem zweiten Berge fort. Die

Pfeiler haben einen Unterſatz von 15 Fuß im Quadrat, der mehr oder weniger aus der Erde hervorragt. Auf jedem Unterſatz ſteht der Pfeiler, in Form einer abgeſtumpften, wenig verjüngten viereckigen Pyramide, unten 14 Fuß im Quadrat ſtark, und 16 Fuß von dem zunächſt folgenden Pfeiler entfernt, ſo daß die Bogenſpannung im Lichten etwa 18 Fuß betragen haben muß, wenn nämlich die Pfeiler nicht vielleicht noch bedeutend höher waren, als die jetzigen höchſten Ueberbleibſel es ſind, die nur ungefähr 15 oder 18 Fuß aus der Erde hervorragen. An der Oſt-Seite der Pfeiler war das äußere, in ziemlich gutem Verbande aufgeführte Mauerwerk noch gut erhalten, auf der Nord- und Weſt-Seite aber, war es ſchon ganz abgefallen, und bloß das inwendige Gußwerk ſtehen geblieben. Einige Stücke des Mörtels aus dieſem Gußwerk, die ich genau unterſuchte, zeigten eine große Härte, hatten aber inwendig noch jetzt Stückchen ungelöſchten Kalk, zum Beweiſe, wie ſchnell, und wie kurz vor dem Vermauern, der Kalk bei Aufführung dieſes Mauerwerks gelöſcht worden iſt.

Das bekannte Grabmal des Druſus, gleichfalls ein Denkmal alt Römiſcher Baukunſt, beſteht bloß in einer großen, aus roh geſprengten Bruchſteinen, faſt wie die hier beſchriebenen Pfeiler, aufgeführten abgeſtumpften Pyramide.

Des prächtigen Doms, deſſen Thurm der Belagerung von Mainz getrotzt hat, der Frauenkirche, die ſchon ihrer ſchönen aus Bronze gegoſſenen Thüren wegen merkwürdig iſt, und vieler andern ſehenswerthen Gebäude, erwähne ich gar nicht, da ſie nicht zum Gegenſtande dieſer Schrift gehören, und ich noch mit ein Paar Worten an eine aſtronomiſche Uhr denken zu dürfen wünſche, die ein ehemaliger Auguſtiner Mönch, Alexius Johann, hier verfertiget, und dafür vom Pariſer National-Inſtitut eine anſehnliche Belohnung erhalten hat. Die Uhr zeigt nicht nur alle Tages- und Jahreszeiten, alle Schalttage und deren hundertjährige Ausfälle, ſondern ſtellt auch den Lauf der Planeten und ihrer Trabanten ſehr künſtlich und genau dar, und wird dabei doch nur von zwei 9 Pfd. ſchweren Gewichten bewegt, die alle Monate aufgezogen werden müſſen. Schade, daß der ſehr geſchickte und emſige Verfertiger die unbeſchreibliche, auf dieſes Kunſtwerk verwendete Mühe nicht gemeinnütziger zu machen geſucht hat.

§. 12.

Von Mainz aus unternahm ich eine kleine Seiten-Reiſe nach Frankfurt am Main, und nach Darmſtadt, die freilich nicht eigentlich in dieſen Aufſatz, der ſich nur auf Franzöſiſche Waſſerbaue beſchränken ſoll, hinein gehört, von der ich indeſſen doch einiges anzuführen um Erlaubniß bitte. Bei Frankfurt erwähne ich bloß der prächtigen, aus rothen Quaderſteinen aufgeführten Kaymauern, und der gleichfalls aus Quaderſtei-

nen, mit halbcirkelförmigen Bogen, aufgeführten Mainbrücke. Auf den Kays ſteht hier ein hölzerner Krahn, der nach Art des bei Cölln beſchriebenen gebaut iſt. Im ganzen Gebiete der Stadt Frankfurt zeichnen ſich die ſehr ſoliden und vortrefflich unterhaltenen Chauſſeen aus ſchwarzem Baſalt vortheilhaft aus.

Darmſtadt mit ſeinen reſidenzmäßigen Gebäuden, ſchönen Gärten, Muſeen, und Bibliotheken würde ich ganz übergehen, wenn das berühmte Exercierhaus hier nicht eine etwas nähere Beſchreibung verdiente. Es iſt maſſiv, mit zwei Reihen Fenſter übereinader von Schuhknecht im Jahre 1771 aufgeführt, 319 Rheinl. Fuß lang, 152 Fuß im Lichten tief, 35 Fuß bis zur Decke hoch, und hat dabei inwendig nicht die geringſte Unterſtützung der Decke, die bloß durch ein ſehr künſtliches Hängewerk getragen wird, wovon Taf. IV. Fig. 44. einen Dachbinder vorſtellt. Das Dach iſt 48 Fuß hoch, und mit Schiefer gedeckt, alſo freilich ſo leicht als möglich; der weiten Spannung wegen, verdient aber das Hängewerk, das ſich noch ganz gut erhalten hat, doch immer die größte Bewunderung. Jeder Dachbinder hat 5 doppelte Hangſäulen, welche über die Streben, Spannriegel, Kehlbalken u. ſ. w. übergeblattet und daran angebolzt ſind. Das Hängewerk ſelbſt bildet in jedem Binder drei liegende Dachſtühle übereinander, jeder mit mehreren großen Streben verſehen, wie die Zeichnung dieß näher ausweiſet. Beſonders merkwürdig iſt aber die Conſtruction der eigentlichen Decke des Gebäudes. Die Hauptbalken, die nach der Quere des Gebäudes gehen, ſind, ihrer Länge nach, aus Stücken zuſammengehakt, und dreifach übereinander gelegt, aber gar nicht verzahnt. Die Eiſen der Hangſäulen ſind nicht durchgeſteckt, ſondern um die Balken herum gelegt, und eben ſo ſind auch alle, nach der Länge des Gebäudes gehenden Balken an die Hauptbalken angehängt. Die Menge dieſer eiſernen an die drei übereinander liegenden Balken angenagelten Schienen ſcheint hier die weggelaſſene Verzahnung zum Theil zu erſetzen, und hat wenigſtens nicht den Nachtheil, daß ſie das Holz ſchwächet. Unter die nach der Länge des Gebäudes angehängten Balken ſind nun die Schaaldielen der Decke angenagelt.

Die Reiſe von Frankfurt nach Mainz machte ich zu Waſſer, und fand den Main hier mit einer großen Menge Untiefen und Sandbänken angefüllt, die die Schifffahrt außerordentlich erſchweren, und zu deren Wegſchaffung gar keine Anſtalten getroffen zu werden ſchienen.

§. 13.

Von Mainz nach Metz reiſte ich mit der Diligence nationale, und hatte daher wenig Gelegenheit, etwas mehr, als die zum Theil ſehr ſchönen Gegenden, und die, je wei-

ter man nach Frankreich hinein kommt, deſto beſſer werdenden Chauſſeen kennen zu lernen. Die Chauſſeen bedürfen hier, mehr als gewöhnlich, vieler Unterhaltungskoſten, weil ſie größtentheils von Kalkſtein, der beim naſſen Wetter erweicht, gebaut ſind. Faſt allenthalben, wo Flüßchen die Wege kreuzen, findet man die ſchönſten gemauerten Brücken, über welche die Chauſſee jedesmal ganz horizontal weggeht; beſonders zeichnen ſich ein Paar große Brücken bei Fouligny aus. An wenigen Orten in den neuen Rhein-Departements, wo noch keine Chauſſee exiſtirt, muß auch für die einſt anzulegende Chauſſee das Chauſſeegeld unerlaßlich bezahlt werden!

Metz hat in mehr als einer Hinſicht ſehr viel Aehnlichkeit mit Dresden, nicht nur dieſelbe Einwohnerzahl, und dieſelbe Größe, ſondern mehr noch die ſchöne Lage an einem großen Fluß, die Gegend bei der Stadt, die Bauart der Häuſer, und die prächtigen Kirchen (unter denen ſich die altgothiſche Cathedralkirche auszeichnet), die prächtigen von gelbem Sandſteine gewölbten Brücken über die Moſel, die ſchöne Promenade am Schloß, von der man eine vortreffliche Ausſicht genießt, und viele andere Gegenſtände, erinnern faſt unwillkührlich an ähnliche Partien in Dresden.

Die Moſel fließt in zwei Armen durch die Stadt, und hat daher mehrere Brücken nöthig gemacht, deren Gewölbe nach gedruckten Cirkelbogen, von außen mit geſchnittenen Sandſteinen eingefaßt, in der Mitte aber von rauh geſprengten und mit Mörtel ausgegoſſenen Bruchſteinen (en moellon) aufgeführt ſind; ſelbſt bei einem 50 Fuß weit geſpannten flachen Bogen, hat man bloß an beiden Seiten und in der Mitte einen Gurt von geſchnittenen Steinen angebracht.

Da innerhalb der Stadt mehrere unterſchlächtige Mühlen von der Moſel bewegt werden, ſo war es nöthig, die Moſel durch Wehre anzuſpannen. Ein ſehr großes Wehr, das den Eisgang aufnimmt, liegt dicht bei der Stadt, und iſt auf dem Rücken ganz frei, durchgehends von Quaderſteinen mit einer ſanften Rundung gebauet, in der Mitte aber oben etwas zurückgezogen, wodurch der Strom in der Mitte verſtärkt, und mehr von dem Ufer abgezogen wird, ohne daß der Rücken hier niedriger als an den andern Stellen liegen darf. Taf. IV. Fig. 33. iſt der Grundriß dieſes Wehrs, Fig. 34. ein Durchſchnitt in der Nähe der Ufer, und Fig. 35. ein Durchſchnitt des Wehrs in der Mitte des Stroms. Die Vergleichung der drei Figuren wird hoffentlich die ſehr zweckmäßige Form des Wehrs deutlicher machen. Die Vorzüge der dabei angebrachten ſanften Abrundungen, die den Strom eigentlich herübergleiten laſſen, leuchten zu ſehr ein, und werden auch durch die Erfahrung faſt ohne Ausnahme beſtäſtiget; ſehr ſelten findet man ein eckiges Wehr (oder eine gewöhnliche Freiſchleuſe), ohne unterhalb deſſelben einen vom Waſſer ausgeſpülten See gewahr zu werden, der die Unterhaltung des Wehrs koſtbar, und ſeine

Lage gefährlich macht, allein noch ſeltener findet man ſteinerne, ſanft abgerundete Wehre, die unterhalb dergleichen Ausſpülungen zeigten. Was ſoll man aber von Wehren oder Freiſchleuſen denken, bei denen das Waſſer 10, 12 oder mehrere Fuß faſt ſenkrecht auf den unbefeſtigten Boden herabſtürzt? und doch ſind dieſe, bei deutſchen Mühlen, nicht ganz ſelten. Ein in der Stadt ſelbſt an den Mühlen liegendes Wehr iſt Fig. 45. Taf. IV. im Grundriß, Fig. 46. im Durchſchnitt dargeſtellt. In die Einſchnitte der Pfeiler, werden dabei von einem Pfeiler zum andern Balken gelegt, wodurch theils das Waſſer auf die der Mühlen wegen erforderliche Höhe angeſpannt, theils der Strom ganz verdämmt, und dadurch der hier zu beſorgende Zug des Eiſes verhütet werden kann. Ueber die Feſtungsgraben von Metz gehen Zugbrücken, deren Zugruthen in der Mitte mit einander verbunden, und um eiſerne Zapfen beweglich ſind, die bloß auf ſtarken aus Quaderſteinen gemauerten Pfeilern ruhen, welche Pfeiler alſo das ſonſt gewöhnliche Portal erſetzen, auf dem die Ruthen oben zu liegen pflegen.

Unter den öffentlichen Gebäuden in Metz zeichnen ſich die vielen Caſernen durch die höchſte Einfachheit ihrer Bauart aus. Sehr große drei Etagen hohe Gebäude, ohne alle architektoniſche Verzierungen, ohne Reſalite u. ſ. w. haben ſie ſogar ein Geſimſe, das bloß aus einem großen Kapnies beſteht, wie Taf. IV. Fig. 43. zeigt. Sollte das nicht faſt zu weit getriebene Verzierungsloſigkeit ſeyn?

§. 14.

Von Metz bis Paris, wo in Epernay eine ſchöne flach gewölbte Brücke über die Marne bemerkt zu werden verdient, iſt der Weg durchgehends ſehr gut chauſſirt; und von Chateau-Thierry ab, wo ſich gleichfalls eine von Perronet beſchriebene ſehr ſchöne Brücke befindet, trifft man ſchon chaussées pavées an, deren Beſchreibung, ſo wie die nähere Beſchreibung der häufig am Wege ſtehenden Franzöſiſchen Windmühlen, bis weiter unten ausgeſetzt bleibt.

Die Brücke zu Chateau-Thierry iſt beſonders der Vorrichtung wegen merkwürdig, wodurch man hier, beim kleinen Waſſerſtande, die nöthige Tiefe für die Schiffſahrt zu erhalten geſucht hat. Von den drei überwölbten Brücken-Oefnungen, hat man nämlich eine, durch ein bis zur Höhe des Mittelwaſſers aufgeführtes Banquet, aus eingerammten Pfählen, und dazwiſchen angebrachtem Mauerwerk, verſchloſſen. Zur Zeit des hohen Waſſers werden alſo alle drei Brücken-Oefnungen benutzt; beim Mittel- und kleinen Waſſer, iſt der Fluß aber auf zwei Oefnungen beſchränkt, wo er das verkleinerte Profil offenbar tief erhalten muß. Schade nur, daß jenes Banquet größtentheils aus Pfählen erbauet iſt, und nun ſchon Spuren des Verfaulens dieſer Pfähle zu zeigen anfängt.

Zweiter Abſchnitt
der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Waſſerbauwerke in Paris.

§. 15.

Nicht ſo leicht kommt wohl ein Fremder nach dieſer Stadt der Welt, der nicht, bei aller Sorgfalt, ſeinen Aufenthalt aufs beſte zu nutzen, bei ſeiner Abreiſe doch noch tauſend Dinge, und zwar immer noch Dinge, die ganz auf den Zweck ſeiner Reiſe Bezug hatten, ungeſehen oder doch unbenutzt zurücklaſſen müßte. Auch für den Hydrotekten bietet Paris eine ſolche Menge lehrreicher Gegenſtände dar, daß die zweckmäßige Auswahl unter denſelben, faſt eben ſo ſchwer wird, als ihre Benutzung ſelbſt. Schon die Lage um einen großen Fluß, wie die Seine, die Brücken, die über ihn führen, die Einfaſſungen der Ufer, die Schiffmühlen, die verſchiedenen Waſſerleitungen, und unzählige andere Gegenſtände, müſſen hier äußerſt lehrreich werden; wer aber nicht mehrere Jahre in Paris bleiben kann, wird durch Benutzung der dortigen Sammlungen, Bibliotheken und Modelle, durch Beſuch der Vorleſungen u. ſ. w. ſicher ſeinen Aufenthalt noch nützlicher für ſich machen können, als wenn er bloß jene Anlagen ſelbſt kennen lernte.

Zuerſt von den Brücken in Paris. Die Seine bildet mitten in der Stadt zwei große Inſeln, die durch eine Menge Brücken mit beiden Ufern in Verbindung ſtehen. Pont neuf, Pont notre Dame und mehrere andere nach gedrückten Cirkelbogen gewölbte, ſehr alte ſchwerfällige Brücken führen zu der Isle notre Dame, und haben, im Vergleich mit den neuern, wenig bemerkenswerthes. Unterhalb dem Pont neuf liegt die Pont de la Réunion (ehemals Pont royal), die durch eine ſonderbare Anlage der Auffahrten merkwürdig wird, und in dieſer Hinſicht auch von Belidor (Archyt. Hydr. Tom IV. Cap. XI.

No. 1170. f.) beſchrieben iſt. Die Brücke iſt, wie die übrigen ältern Pariſer Brücken, aus lauter geſchnittenen gelben Sandſteinen aufgeführt, und hat fünf Bogen, deren jeder aus drei Centris beſchrieben zu ſeyn ſcheint. Der mittelſte Bogen hat 72, die beiden nächſten jeder 68, und die beiden an die Ufer anſchließenden jeder 64 Fuß Spannung. Die beiden von der Mitte entfernteſten Bogen haben aber beim Anſchluß an die Kay, doppelt ſo viel Breite, als in der Mitte, indem ihre landſeitige Hälfte ſich, von der Mitte des Bogens, auf jeder Seite, unter einem Winkel von 45° verbreitet. Das Gewölbe des Bogens geht dabei in gleichförmiger Rundung fort, ſo daß im Längenprofil durch die Brücke, dieſer Bogen den übrigen ganz gleich erſcheint; man ſieht aber leicht, daß ſeine verbreitete Hälfte ungleich ſtärker gegen die andere Hälfte drücken muß, als dieſe ihr entgegendrückt, und daß die Sicherheit dieſer Brücke alſo nicht ſowohl auf dem Gleichgewicht unter den Gewölbſteinen, als vielmehr auf ihrer feſten, wahrſcheinlich ſehr künſtlichen Verbindung unter einander beruhet.

Die Auffahrten zur Brücke werden durch die in Rede ſtehende Verbreitung ſehr geräumig, und deßhalb hat auch Belidor dieſe Anlage ſehr empfohlen, aber leider den hier beobachteten Steinverband nicht nur gar nicht beſchrieben, ſondern auch in den von ihm mitgetheilten Zeichnungen einen ganz unrichtigen Verband angegeben. So viel iſt gewiß, daß die Gewölbſteine der verbreiteten Bogen alle durch ſtarke Klammern mit einander verbunden ſind, wie man aber eigentlich dabei zu Werke gegangen, und wie die Steine geſtaltet ſind, habe ich in Paris nicht genau erfahren können. Die vier Mittelpfeiler der Brücke haben jeder 15 Pariſer Fuß Dicke.

Auf die in Rede ſtehende Königsbrücke folgt, weiter unterhalb, die Eintrachts-Brücke (Pont de la Concorde) nach Perronets Project zur Pont de Louis XVI, mit 5 ganz flachen Zirkelbogen von 72, 80, 88, 80, und 72 Pariſer Fuß Spannung erbauet. Dieſe Brücke weicht überhaupt von der auf der Taf. XLVII. des Perronetſchen Werks (Description des projets et de la Construction des ponts. Paris 1788.) dargeſtellten, bloß darin ab, daß man die pyramidenförmigen Aufſätze der Brücken-Pfeiler ganz weggelaſſen, und mehrere Modillons im Geſimſe angebracht hat.

Noch weniger als dieſe darf die berühmte Brücke von Neuilly (½ Meile von Paris), die den Leſern aus Perronets Werk genau bekannt ſeyn wird, hier beſchrieben werden: nur ſo viel glaube ich davon bemerken zu müſſen, daß man ſich von der Leichtigkeit oder von dem leichten gefälligen Anſehen dieſer Brücke aus den, wenn gleich ſehr ſchönen, Perronetſchen Kupfern doch eben ſo wenig eine Vorſtellung machen kann, als von andern Meiſter-Werken des Geſchmacks, aus den davon vorhandenen Abbildungen. Wer Gefühl für Schönheiten der Architektur hat, wird ſich an der Brücke von Neuilly ſo

wenig als an den Statuen des Muſeums Napoleon ſatt ſehen können. Bei den Fußwegen der Brücke (trottoirs), die gepflaſtert, und mit behauenen Steinen eingefaßt ſind, fiel mir ein Umſtand auf, deſſen Perronet, ſo viel ich weiß, nicht gedacht hat, und der, beſonders bei Ziegelpflaſter, vielleicht mit Nutzen ſollte nachgemacht werden können. Taf. IV. Fig. 36. iſt ein Profil vom Fußweg der Brücke von Neuilly, die Randſteine a des Fußweges a b, ſind dabei geſchnittene Sandſteine, und würden ſich an der ſcharfen Ecke a leicht austreten, auch nicht ohne viele Mühe gehörig feſt gelagert und verbunden werden können, weßhalb man hier eine ſtarke Schiene von Stab-Eiſen, auf der hohen Kante, in die Steine eingelaſſen, und durch lange Bolzen c d, von denen bloß die platten Köpfe ſichtbar ſind, befeſtiget hat.

§. 16.

Auch außer den ſteinernen Brücken hat Paris eben ſo merkwürdige eiſerne und hölzerne. Taf. III. Fig. 29. iſt die Anſicht, und Fig. 30. der Durchſchnitt von der berüchtigten Pont des Arts, die zwiſchen der Pont neuf und Pont royal liegt, und vom Louvre (der eine Zeit lang Palais des Arts hieß) nach dem Quay Malaquais führt. Jene beiden Figuren ſowohl als der Grundriß des einen Brückenpfeilers, Fig. 32, ſind aus der ganz ſpeciellen, bey der école des ponts et chaussées in Paris deponirten Zeichnung dieſer Brücke, ſorgfältig reducirt.

Die Brücke hat 8 Mittel-Pfeiler, und 9 Bogen von 50 Fuß Spannung. Jeder Bogen beſteht aus 5 eiſernen in der Mitte (alſo aus zwei Stücken) zuſammengeſetzte Rippen, auf welchen die hölzernen Querbalken, und die hölzernen Brückenbalken, mit dem Bretterbelage der Brücke, ruhen. Zu mehrerer Deutlichkeit iſt ein Theil der Fig. 30, das Profil einer Rippe, nach größerm Maaßſtabe, in Taf. VII. Fig. 75. beſonders abgebildet. Die Rippen jedes Brücken-Bogens i i, ſind unter einander, nach der Quere, durch eiſerne Stäbe a a verbunden, wie Fig. 75. dieß näher zeigt. Auf jedem Brükken-Pfeiler ſteht eine, aus vertikalen eiſernen Stäben g g und angeſchraubten ſchrägen Bändern c ç, verbundene Wand, deren Pfoſten durch die übergeblatteten Bänder b b zuſammen gehalten werden, und auf welcher noch beſondere flache Bogen e e ruhen, die in das obere Rahmſtück dieſer Wand eingelaſſen ſind. Die Querbalken ruhen theils unmittelbar, theils mittelſt vertikaler Stützen, auf den Bogen i i und e e. Genaue Vergleichung der Figuren wird hoffentlich dieß, ſo wie die ganze Conſtruction der unerhört leichten Brücke, deutlicher machen. Ein weſentlicher Fehler der Brücke ſcheint ihre zu große Höhe zu ſeyn, ſie liegt nämlich, an einer Seite, 2 bis 3, an der andern 8 bis 10 Fuß höher als das Straßenpflaſter, ſo daß man, an beiden Seiten, durch

anſehnliche Treppen zur Brücke herauf ſteigen muß. Des Urtheils über die Schönheit dieſer Brücke enthalte ich mich ganz und bemerke nur, daß ſie wirklich, nicht bloß dem Anſehen nach, zu ſchwach iſt, um größere Laſten, als Fußgänger, tragen zu können. Von letztern wird hier ein kleiner Brückenzoll (1 Sous für die Perſon) erhoben.

Die Pfeiler der Brücke ſind beſonders ganz außerordentlich ſchlank, und obgleich der Eisgang der Seine nur ſehr unbedeutend iſt, ſo beſorgten viele Ingenieurs zu Paris doch, daß dieſe Pfeiler ihm, hauptſächlich weil ſie keine große Laſt tragen, nicht Widerſtand leiſten würden. Dieſe Pfeiler ſind überdem nicht, wie bey den Perronetſchen Brükken, im Trocknen zwiſchen Fangedämmen gegründet, ſondern man hat die in Fig. 29, 30 und 31 angedeuteten Pfähle eingerammt, unter Waſſer abgeſchnitten, den Raum zwiſchen ihnen, mittelſt hineingeſchütteter Steine und Mörtel ausgefüllt, und dann auf die Pfähle einen waſſerdichten niedrigen Kaſten verſenkt, in welchem man die untern Steinlagen, bis zur Höhe des Waſſers, aufmauerte, und darauf die Seiten des Kaſtens wegnahm, ſo daß der Boden, ſtatt des ſonſt bei Pfahlroſten üblichen Bohlen-Belages, auf den Pfählen liegen blieb: worauf die Pfeiler endlich, mittelſt eines beſondern Gerüſtes, zur völligen Höhe aufgemauert wurden. Man zieht dieſe Methode, die auch bei der Weſtminſter Brücke in London angewendet, und von Belidor beſchrieben iſt, ihrer Wohlfeilheit wegen, der Perronetſchen Gründungsart vor, und will ſie auch bey der ſogleich zu beſchreibenden Brücke am botaniſchen Garten befolgen. Es iſt aber leicht einzuſehen, daß die Solidität dabei bloß auf der großen Laſt der Brücke beruhet, indem die Pfeiler auf den Pfählen ſtehen, ohne daran feſt zu ſeyn. Je leichter die Brücke iſt, deſto weniger empfehlungswerth dürfte dieſe Methode ſeyn; bei der beſchriebenen Pont des Arts ſcheint es daher wirklich gewagt, ſich ihrer bedient zu haben; doch hat der Erfolg ſie auch bei dieſer Brücke bis jetzt als zweckmäßig bewährt.

§. 17.

Die erſte mit verſenkten Kaſten gegründete Brücke iſt die Weſtminſter-Brücke; ganz dem dort gebrauchten ähnlich, war aber das Verfahren, deſſen man ſich ao. 1759 bei der Loire-Brücke zu Saumur bediente, wo die in Rede ſtehende Methode in Frankreich zum erſten male angewendet wurde. Ich werde dieß Verfahren hier, ſo gut ich es aus den, auf der école des ponts et chaussées darüber vorhandenen Nachrichten und Zeichnungen habe erfahren können, kurz zu beſchreiben verſuchen.

Auf einem am Waſſer ſtehenden Gerüſte von drei Reihen gerammter Pfähle, wurde zuerſt ein Kaſten, von 60 Pariſer Fuß Länge und 19 Fuß Breite, mit 9 Fuß hohen Seitenwänden, gezimmert. Taf. IV. Fig. 39. ſtellt die Anſicht dieſes Kaſtens von der

ſchmalen Seite während des Baues, und Fig. 42. ſeinen Grundriß vor. Der Boden des Kaſtens beſteht aus einer Schicht Halbholz, das nach der Breite und einer dicht darüber liegenden Schicht 3zolliger Planken, die nach der Länge des Kaſtens gelegt, und auf das Halbholz genagelt ſind. In beiden Lagen ſind die Fugen tüchtig kalfatert. Ein gepfalzter Rahmen, aus ſtarken Balken, umgibt den ganzen Boden; die Balken des Rahmens ſind theils durch die an den Ecken angebrachte Verkämmung und Verbolzung, theils durch die drei quer durch den ganzen Boden gehenden eiſernen 21 Fuß langen Bolzen d d, ſo gut mit einander verbunden, daß der Boden des Kaſtens, wie eine feſte Tafel anzuſehen iſt. Die Seitenwände beſtehen dabei gleichfalls aus Halbholz, das, wie in den Gehrſaß-Gebäuden, übereinander geſchichtet, und in den Ecken gut verkämmt iſt. An der nach innen gekehrten Seite der Gehrſaß-Wände, ſteht eine aus Bohlen in ſenkrechter und ſchräger Stellung aufgeſetzte ganz beſondere Wand a b, die mit der Gehrſaßwand bloß durch die beide zugleich umfaſſenden Ständer verbunden iſt, und dazu dient, das Verſchieben nach der Seite zu verhüten. Taf. IV. Fig. 41. A iſt die Anſicht eines ſolchen Kaſtens, und Fig. 41. B der Durchſchnitt durch die Mitte deſſelben: um die Bauart der Wände daraus entnehmen zu können, wird es vielleicht hinreichen, dieſe Figuren mit dem Grundriß, und mit Fig. 40. dem Querdurchſchnitt durch die Mitte des Kaſtens, zu vergleichen. Zu mehrerer Deutlichkeit iſt, in Taf. V. Fig. 52, noch die Anſicht der Gehrſaßwand mit den an ihrer nach innen gekehrten Seite aufgeſtellten Bohlen, aber ohne die ſogleich zu beſchreibenden Doppelſtänder, abgebildet. Auf der inwendigen ſowohl als auf der Außenſeite dieſer Wände, ſind nun Ständer aus Halbholz, mit halben Schwalbenſchwanz-Zapfen, (nach Fig. 37.) in den Rahmen des Bodens eingeſetzt, und durch die Keile y, die die Höhe der Wände haben, feſt getrieben. Dieſe Ständer umgeben alſo die Wände, und halten ſie am Boden, bloß vermöge der Geſtalt ihres Zapfens feſt, jedoch nur ſo lange die ſchräge Seite des Zapfens x, an die ſchräge Seite z des Zapfenloches, durch den Keil y angedrückt iſt. Weder die Bohlenſtücke der liegenden Wände, noch die ſtehenden Bohlen, dürfen zuſammengenagelt werden, und eben ſo wenig dürfen die ſtehenden Bohlen an die liegenden Wände, oder an die Ständer, oder die Ständer an den Boden, feſtgenagelt ſeyn. Zur beſſern Befeſtigung der Wände hat man aber noch hölzerne Zangen u quer über den Kaſten gelegt, und dadurch die einander gegenüber ſtehenden Ständer derſelben Wand ſowohl, als die beiden Wände mit einander feſt verbunden. Endlich iſt auch auf die Eckſtücke e e aufmerkſam zu machen, die in Fig. 40. und 41. angedeutet ſind, und die dazu dienen, den Ecken der Wände mehr Haltbarkeit zu geben. Die Wände des ſo zuſammengeſetzten Kaſtens wurden nun, wie der Boden, gut kalfatert, und endlich bei c Fig. 39. ein feſtes

Unterlager, in der Länge des Kaſtens, aus Steinen und Klötzen auf die Erde gelegt. Mit Hülfe deſſelben hob man die Schwelle B, und die Balken A auf der Landſeite, durch eine Menge Hebel, etwas in die Höhe, brachte neue Unterlagen auf den zunächſt am Lande ſtehenden Rammpfählen ſelbſt an, und erhöhete die Landſeite des Kaſtens allmählig ſo lange, bis er eine ganz ſchräge Lage angenommen hatte, und, wie ein vom Stapel gelaſſenes Schiff, von den Balken A, ins Waſſer herabglitt, wo er nun flach ſchwamm, und leicht an die Stelle des zu erbauenden Brückenpfeilers gebracht werden konnte. Hier waren unterdeſſen ſchon die Pfähle, die den Pfeiler tragen ſollten, ſämtlich recht feſt eingerammt, alle in ganz gleicher Höhe unter Waſſer abgeſchnitten, und der Raum zwiſchen ihnen, nach Fig. 40, zur Verhütung des Ausſpühlens, mit Steinen und Cement-Mörtel gefüllt. An den beiden langen Seiten des Pfeilers waren auch noch zwei Reihen Pfähle, die über dem Waſſer hervorragten, eingerammt. Der ſchwimmende Kaſten wurde nun, zwiſchen dieſen Reihen Pfähle, genau über die abgeſchnittenen Pfähle gebracht, und mittelſt der in Fig. 40. angedeuteten, über jene Pfähle gelegten Balken m n an ſeiner Stelle befeſtiget. Fig. 41. A zeigt, daß man an einigen Stellen der Seitenwände des Kaſtens auf der Außenſeite Stücke Kreuzholz o p, o p, an ſie angeſchraubt hatte, die eine Rinne bildeten, in welcher ſich die Köpfe der Balken m n m n auf und nieder bewegen konnten, während der Kaſten ſich ſenkte; wodurch er alſo zwar über den Pfählen, die ihn tragen ſollten, feſt gehalten, aber am Sinken nicht gehindert wurde.

Sobald dieſe Balken m n angebracht waren, ging man mit dem Mauern in dem ſchwimmenden Kaſten vor, und fuhr nun, nach Fig. 40. ſo lange damit fort, bis der Kaſten ſich nicht nur auf die Pfähle geſenkt, ſondern bis das Mauerwerk des Pfeilers, deſſen Geſtalt im Grundriß des Kaſtens Fig. 42. durch punctirte Linien angedeutet iſt, bis etwas übers Waſſer heraufgekommen war; alsdann wurden die quer über den Kaſten gehenden Zangen u weggenommen, und endlich die neben den Pfeilern der Wände eingeſteckten Keile y herausgezogen. Die Ständer x wurden dadurch offenbar ganz los, zogen ſich aus ihren Zapfenlöchern heraus, die auf der inwendigen Seite der liegenden Wände angebrachte ſtehende Wand fiel um, und die liegenden Wände ſelbſt gingen auseinander, oder ſchwammen mit dem obern Rande überm Waſſer, ſo daß die einzelnen Stücke leicht aus den Kämmen gelöſt werden konnten. Das Holz der Wände konnte leicht aufgefangen und wieder, bei den folgenden Pfeilern, zu einem eben ſolchen Kaſten benutzt werden. Das aufgeführte Mauerwerk aber, mit dem ganzen Boden des Kaſtens, blieb dabei auf ſeiner Stelle ſtehen, und wurde, mit Hülfe der an den langen Seiten eingerammten Pfähle, auf denen man ein Gerüſt anbrachte, zur erforderlichen Höhe völlig aufgeführt.

§. 18.

Ganz genau auf dieſelbe Art verfuhr man bei Gründung der Pfeiler zu der oben beſchriebenen Pont des Arts, und auch eben ſo wollte man, im Sommer 1804, die Pfeiler der Brücke am botaniſchen Garten (Jardin des plantes) gründen, wozu im Sommer 1803 die Anſtalten gemacht, und die Stirnjoche, von einem äußerſt feſten Sandſtein, oder vielmehr grobkörnigen Kalkſtein, aus der Gegend von Pont St. Maxence, aufgeführt waren. Herr Lamonde der ältere (Inspecteur général des ponts et chaussées), dem der Bau dieſer Brücke übertragen war, wollte den Boden, da wo die Pfeiler gegründet werden ſollten, bis zum feſten Terrain wegbaggern, die Grundpfähle einrammen, 3 Fuß unterm niedrigſten Waſſer abſchneiden, dann den Raum zwiſchen ihnen mit Steinen und Loriothſchem Mörtel ausfüllen, und nun die Pfeiler, mit waſſerdichten Kaſten, beim kleinſten Waſſerſtande der Seine, wie bei der Brücke von Saumur, aufführen laſſen: bei den Kaſten aber die Ständer der Seitenwände nicht mit halben Schwalbenſchwanz-Zapfen, ſondern mit gewöhnlichen geraden Zapfen, einſetzen, und in der ganzen Höhe der Seitenwände, die jedoch nicht viel über 3 Fuß betragen ſollte, eiſerne Schraubenbolzen durchziehen, ſo daß man die Mütter oben überm Waſſer losſchrauben, und die Spindeln, an denen vorher Taue angebunden wären, unten herausfallen laſſen könnte, ohne ſie ganz zu verlieren. Die Seitenwände wären dadurch während des Baues gewiß viel ſicherer am Boden befeſtiget, und könnten nachher auch ſchneller gelöſt werden, als bei der oben ausführlich beſchriebenen Methode. Was die Brücke am Jardin des plantes ſelbſt anbetrifft, ſo bekommt ſie 5 eiſerne, nach flachen Zirkel-Segmenten geformte Bogen, deren jeder 100 Pariſer Fuß geſpannt und aus vielen kleinen keilförmigen Gewölbſtücken (voussoirs) zuſammengeſetzt iſt. Sie wird dabei 40 Fuß breit, und erhält 7 Rippen in der Breite. Taf. III. Fig. 31. zeigt die Anſicht eines Theils dieſer Brücke, und Taf. IV. Fig. 55. die Anſicht eines Bogenſtückes, nach größerm Maaßſtabe. Jeder Bogen ſoll aus 33 ſolchen Stücken beſtehen, von denen 16 in einer, 16 in einer andern, und der Schlußſtein in einer dritten Form gegoſſen werden müſſen. Man wollte ſich dabei metallener Guß-Formen bedienen, und hatte abſichtlich eine ſolche Conſtruction für die Bogenſtücke gewählt, wobei es nur dieſer drei Metall-Formen bedarf. Der obere Theil der Rippen, zwiſchen den Bogenſtücken und dem Brückengeſims, der aus vollſtändigen oder abgeſtumpften Vierecken beſteht, mußte für jede Stelle des Bogens anders geformet, und ſollte in ordinairen Thonformen gegoſſen werden, indem die Akkurateſſe bei dieſen Stücken nicht ſo weſentlich erforderlich iſt, als bei den Voussoirs.

Zur Erſparung der, bei einer auf ähnliche Art in England erbaueten eiſernen

Brücke, über den Wear-Fluß angebrachten geſchmiedeten Schienen und vielen Schrauben, wollte Herr Lamande den Bogen die in Taf. VI. Fig. 54—57. ſpeciell abgebildete ſehr ſinnreiche Conſtruction geben. Auf jeder Seite ſollten nämlich an die Bogenſtücke 6 durchlochte Erhebungen angegoſſen, und dieſe, bei je zwei Steinen einer Rippe, durch das darauf paſſende Quer-Verbindungsſtück, und die durchgeſteckten viereckigen Bolzen, feſt mit einander verbunden werden: daſſelbe Quer-Verbindungsſtück wird zugleich mit ſeinem andern Ende, und mittelſt anderer Bolzchen, mit zwei Stücken der andern Rippe und dadurch alſo auch die erſte Rippe mit der zweiten, nach der Breite der Brücke, feſt verbunden. In Fig. 56. iſt bei a die ganze Verbindung von oben zu ſehen, und bei b iſt ſie ſo dargeſtellt, wie ſie erſcheinen würde, wenn der oben am meiſten vorragende Theil der an die Voussoirs angegoſſenen Erhöhungen fehlte. Die kleinen viereckigen Bolzchen werden dabei, durch den obern Rand einer ſolchen Erhöhung der Voussoirs, durch das Quer-Verbindungsſtück, und durch den untern Rand jener Erhöhung durchgeſteckt: das Zuſammenhalten der Rippen nach der Breite der Brücken, wird alſo bloß durch dieſe Bolzchen; die Verbindung der Voussoirs in derſelben Rippe, nach der Länge der Brücke, wird aber auch noch dadurch bewirkt, daß die Mitte jeder Erhöhung des Voussoirs nebſt der Mitte der ihr entſprechenden Erhöhung des andern Voussoirs, von dem kleinen Einſchnitt o o, vom Ende jedes Quer-Verbindungsſtückes, gabelförmig umfaßt wird. Die Quer-Verbindungsſtücke werden übrigens der größeren Leichtigkeit und Feſtigkeit wegen, nicht maſſiv, ſondern, wie die Zeichnung ausweiſt, durchbrochen gegoſſen. Man ſieht leicht, daß hierbei alles auf gutes und ſehr genau geformtes Gußeiſen ankommt, beides iſt indeſſen in Frankreich nicht ſchwer zu erhalten, daher die Voussoirs auch nur drei Zoll dick werden ſollten.

Das Geſims der Brücke ſollte vergoldete Zierrathen erhalten, um deſto beſſer mit der Barriere und den übrigen Verzierungen des Jardin des plantes zu harmoniren, die gleichfalls von Eiſen ſind, und viele vergoldete Zierrathen haben, und an welche die Brücke ſo anſchließt, daß ſie mit dem Jardin des plantes ein Ganzes auszumachen ſcheinen muß, da ſie überdem auch gerade auf den Mittelgang dieſes unvergleichlichen Gartens zutrifft. Den Belag der Brücke wollte man aus eiſernen Platten conſtruiren, die aber, da ſie auf 6 Fuß frei liegen müſſen, nach Taf. VI. Fig. 58. 59 und 60, durch vorſtehende Rippen verſtärkt werden ſollten. Die hier gewählte bogenförmige Geſtalt dieſer Rippen hat offenbar den großen Vortheil, größere Stärke mit geringerem Gewicht zu verbinden, als es bei geradlinichten hochkantigen Erhebungen, die man ſonſt bei Belag-Platten der Art anzubringen pflegt, der Fall iſt. Ueber dieſe Platten wird ein gewöhnliches Steinpflaſter, auf Sand gelegt, und ein hohes ganz leichtes Geländer auf

der Brücke angebracht werden, das auch mit den Barrieren des botaniſchen Gartens übereinſtimmt. Ob die Brücke wirklich genau nach der vorſtehenden Beſchreibung und den dazu gehörigen Zeichnungen gebauet iſt, habe ich jetzt nicht beſtimmt erfahren können; den Zeitungen nach iſt der Bau aber bereits beendiget.

§. 19.

Die Gründungsart der Pfeiler bei der ſo eben beſchriebenen Brücke, ſetzt ein genaues Abſchneiden der Pfähle unter Waſſer voraus: es wird daher vielleicht nicht unzweckmäßig ſeyn, hier einer vorzüglich vollkommenen eiſernen Maſchine zu erwähnen, der man ſich bei der Brücke am Louvre (Pont des Arts) zum Abſchneiden der Pfähle bedient hat, und auch bei der Brücke am Jardin des plantes bedienen wollte *).

Die Haupttheile der Maſchine, welche Taf. III. Fig. 68. in der Anſicht, und Fig. 69. im Grundriß, von oben zu ſehen, dargeſtellt iſt, beſtehen in einem hölzernen mit Bohlen belegten Rahmen ABAB, der auf ein Paar Schwellen CD liegt, und auf dieſen mittelſt vier Rollen EE hin und her geſchoben werden kann. In Fig. 68. ſind nur die beiden unter BB angebrachten, auf der andern Schwelle CD laufenden Rollen ſichtbar; eben ſolche Rollen befinden ſich unter B′B′, und laufen auf der andern Schwelle. An dem Rahmen ABAB hängt ein etwas kleinerer ganz von Eiſen gearbeiteter Rahmen, mit der eigentlichen Maſchine, die in Taf. VIII. Fig. 70. beſonders, und zwar, der Deutlichkeit wegen, nach doppelt ſo großem Maaßſtabe als Fig. 68 und 69 gezeichnet iſt. Der eiſerne Rahmen iſt mittelſt der in allen Figuren mit FF bezeichneten vier gezahnten Stangen, an den oberen hölzernen Rahmen angehängt, und kann durch Herumbewegung der Kurbeln ii, Fig. 69. Taf. VII. genau bis zur beliebigen Tiefe herabgelaſſen werden. An der Achſe dieſer Kurbeln befindet ſich nämlich ein eiſernes Getriebe, das in ein Stirnrad greift, deſſen Welle gleichfalls mit einem Getriebe verſehen iſt, und in die Zähne der vier Stangen FF faßt, welche Stangen an ihrem untern Ende F, gabelförmig aufgeſpalten und an dem untern Rahmen mit Schraubenbolzen befeſtiget ſind. Ihre oberen Enden F ſind durch das hölzerne Gerüſt durchgeſteckt, und ragen hier frei-

---

*) Der Hr. Geheime Oberbaurath Gilly hat ein Modell dieſer Maſchine aus Paris nach Berlin gebracht, wodurch ſie hoffentlich auch hier mehr bekannt werden wird; Schade nur, daß ihr Gebrauch und ihre Anſchaffung ſehr viele Koſten verurſachen. Jenes Modell iſt, wie ich vermuthe, nach dem in der Sammlung der école des ponts et chaussées befindlichen Modell gearbeitet, und ſtimmt daher in einigen, jedoch unweſentlichen Stücken, nicht ganz mit den vom Original kopirten Zeichnungen auf Taf. VII. und VIII. überein.

ſtehend hervor, wenn man daher, bei der ſtarken Erſchütterung der Maſchine, ein zu heftiges Schwanken der obern Enden beſorgt, ſo werden bisweilen noch alle vier Stangen oben unter einander verbunden. Die auf dieſe Art aufgehängte Maſchine würde ſich aber leicht ſehr bewegen, und daher am Pfahl keinen ſichern Schnitt machen können; um dieß zu verhüten, wird ſie noch mit einer Zange oder Scheere an den abzuſchneidenden Pfahl ſelbſt befeſtiget, indem dieſe Zange (in Fig. 68. und Fig. 70. mit a b bezeichnet) den Pfahl nahe unter der Säge umfaßt. Von jedem Arm der Zange geht eine eiſerne Stange b H, durch das hölzerne Gerüſt herauf, und erhält hier einen eiſernen Stiel, oder Schlüſſel c c, (der wie ein Schraubenſchlüſſel am Wagen geſtaltet iſt) ſo daß man, durchs Herumbewegen dieſes Schlüſſels, die Arme der Scheere unter Waſſer eben ſo bewegen, und durchs Zuſammendrücken der Schlüſſel auch die Zange unten feſt zudrücken und den Pfahl umfaſſen kann; weßhalb die beiden Schlüſſel c c nach Fig. 69. ſobald die Maſchine geſtellt iſt, mit einem Tau feſt zuſammen gebunden, und erſt nach vollbrachtem Schnitt wieder gelöſet werden. Dieſe Einrichtung gibt der Maſchine einen entſchiedenen Vorzug vor andern Maſchinen, die denſelben Zweck haben, indem ſie ihre Stelle, in Hinſicht auf den Pfahl, durchaus nicht ändern, und dieſen daher äußerſt genau abſchneiden kann. Die Hin- und Her-Bewegung ſowohl, als das Vorrücken der Säge, die in Fig. 70. ſichtbar und mit I I bezeichnet iſt, wird durch zwei eiſerne in Fig. 70. mit K L L M bezeichnete Arme erhalten, deren einer, zu mehrerer Deutlichkeit, in Fig. 74. beſonders dargeſtellt iſt. Dieſe Arme umfaſſen mit der an ihrem Vorderende angebrachten Oehſe M die an dem Griff der Säge bei N angebrachten Rollen, und ſind um die Schraubenbolzen l l beweglich; ſo daß die Säge rechts und links geſchoben wird, wenn man die Hinterenden K K der Arme links und rechts hin und her bewegt. Fig. 71. zeigt den Griff der Säge mit den Rollen N und O, außer Verbindung mit den Armen K L L M. Von N nach P gehen zwei krumme eiſerne Stangen, zwiſchen dieſe wird, bei Zuſammenſetzung der Maſchine, die Oehſe M der Arme K L L M mit der Rolle N hineingeſchoben, und dann der Bolzen, um welchen ſich die Rolle N dreht, von oben durchgeſteckt. Um dabei die Bewegung der Säge immer in völlig gerader Richtung zu erhalten, ſind an ihrem Griff noch die Rollen o o angebracht, die in einem langen geraden Schlitz Q Q Q Q laufen, welcher Schlitz auf eben die Art, als die Oehſe der Arme K L M beim Zuſammenſetzen der Maſchine, mit der Rolle o und dem Griff der Säge verbunden wird. Bei dem Schlitz Q Q muß man aber darauf ſehen, daß an einer Stelle eine runde Oefnung angebracht wird, durch welche die Rollen in den Schlitz geſteckt werden können. Die Hin- und Her-Bewegung der Arme K L L M wird durch das Auf- und Nieder-Bewegen der in Taf. VII. Fig. 68. und 69. mit e g bezeichneten

eiſernen Stangen erhalten, durch deren Ringe g g, zu mehrerer Bequemlichkeit für die Arbeiter, (wie bei den Feuer-Spritzen) Handbäume durchgeſteckt werden. Dieſe Stangen e g ſind um die Achſe d d beweglich, welche in dem aus angeſchraubten eiſernen Stangen beſtehenden Gerüſte f f f f d ruhet. Bei R ſind ſie durch Bolzen mit den vertikalen Stangen R S, und dieſe durch eine an ihrem untern Ende s angebrachte Gabel oder Oehſe, durch Bolzen, mit dem dreiarmigen Winkelhebel S u V u S (Fig. 68.) verbunden. Werden alſo die Handbäume g g aufgehoben oder niedergedrückt, ſo wird auch der Winkelhebel S u V u S um ſeinen Ruhepunct W gedreht, und der bei V mit einer Schlitze verſehene Arm W V unten hin und her bewegt. Fig. 73. Taf. VIII. zeigt nun, in der Anſicht, die Hälfte des auf der Rolle i i ſtehenden Wagens, der von dem Arm W V des Winkelhebels hin und her bewegt wird, und alſo auch den beiden großen Armen K L L M Fig. 70. die bei K K zwiſchen zwei Reibungsrollen durch den Wagen durchgeſteckt ſind, dieſe Bewegung mittheilt. Fig. 70. zeigt in y x x y den Grundriß des Wagens, und wird hoffentlich die ſo eben beſchriebene Vorrichtung, zur Hin- und Her-Bewegung der Säge, noch deutlicher machen, wenn dabei auch auf Fig. 68, in welcher die Anſicht des Wagens ausgedrückt iſt, Rückſicht genommen wird. Die Rollen i i laufen übrigens zwiſchen zwei eiſernen Schienen, die in Fig. 70. erſcheinen, und in Fig. 73. durch einen feinen Strich über dem Boden angedeutet ſind. Zu mehrerer Sicherheit geht überdieß der ganze Wagen noch zwiſchen den, in Fig. 68. und 70. mit m n bezeichneten, auf der hohen Kante liegenden, unter einem rechten Winkel gekrümmten Platten von etwa zwei Zoll Breite, deren eine einen Zoll breite Seite unten an das eiſerne Geſtell Fig. 70. angeſchraubt, und alſo die andere eben ſo breite Seite m n in Fig. 68. ſichtbar iſt.

Hiernächſt kommt es nun aber auch darauf an, der Säge während des Schneidens eine fortrückende Bewegung mitzutheilen, oder ſie beſtändig an den Pfahl anzudrücken, zu welchem Behuf der gezahnte Rahmen $\alpha \beta \gamma \delta \varepsilon \zeta$, der in Fig. 72. für ſich zur Hälfte abgebildet iſt, mit dem langen Schlitz Q Q, mit den beiden großen Armen K L L M, und mit der Säge I I, nebſt ihrem Griff N O P (Fig. 71.) während des Schneidens, dadurch allmählig näher nach dem Pfahl gerückt wird, daß man das Rad $\lambda \lambda$ nach der durch die Pfeile bezeichneten Richtung umdreht. Dieß Rad bewegt nämlich auch das Rad $\mu \mu$, iſt aber auf der eiſernen Tafel $\vartheta \vartheta$ feſt, und ſchiebt ſo den Rahmen $\alpha \beta \gamma$ auf dieſer Tafel fort, wobei die Bolzen 1 1 ſich in den Schlitzen $\varphi \varphi$ bewegen. Theils dadurch, theils durch die vier Haken $\psi \psi \psi \psi$ und durch die den langen Schlitz Q Q einſchließenden Seitenſtücke $\omega \omega$, wird der Rahmen immer genau in ſeiner Richtung erhalten: um aber die Reibung bei dem Vorrücken zu vermeiden, ſind die Rollen $\varepsilon \zeta \zeta \zeta$

angebracht. Die Arme K L L M ziehen ſich aus dem Wagen x x allmählig immer weiter heraus, und müſſen alſo auch beim Anfange des Schnittes mit ihrem Ende K ſo weit über demſelben vorſtehen, daß ſie noch vom Wagen x x gefaßt werden, wenn der Schlitz Q Q bis nach *e e*, oder bis ans Ende des eiſernen Geſtelles vorrückt. Um dem Rade λ λ die nöthige Bewegung zu ertheilen, iſt ſeine Achſe mit einer viereckigen eiſernen Stange z verſehen, die über dem Gerüſte Fig. 69. vorſteht, und wie die Stange b H einen Schlüſſel z T erhält, der aber nicht angebunden werden kann, ſondern während des Schneidens von einem Arbeiter allmählig herumbewegt wird. Je ſtärker dieſer Arbeiter andrückt, deſto ſtärker wird offenbar auch die Säge an den Pfahl gedrückt, und deſto ſchneller ſchneidet ſie.

Die Vorzüge der in Rede ſtehenden Maſchine werden hoffentlich nicht weiter auseinander geſetzt werden dürfen, und auch die Verſicherungen der Pariſer Ingenieurs, daß man mit derſelben mehrmals $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Scheiben Hirnholz mit der größten Genauigkeit vom Pfahl abgeſchnitten habe, ſind nicht unglaublich, wenn man zu dem Mechanismus ſelbſt, noch die außerordentliche Genauigkeit hinzudenkt, womit das in Paris gebrauchte Exemplar der Maſchine gearbeitet iſt. Beim erſten Anblick ſcheint ſie zu künſtlich, um ſolide ſeyn zu können; die Erfahrung bei der Brücke am Louvre (Pont des Arts) hat aber das Gegentheil gelehrt, und ſo iſt dieſer Maſchine, vor unzähligen andern der Art, wovon die Modellſammlung der école des ponts et chaussées viele Beiſpiele aufweiſt, der Vorzug zugeſtanden, welchen ihr auch die in dem erſten Heft der Waſſerbaukunſt des Hrn. Geheimen Ober-Bau-Raths Eytelwein beſchriebenen Maſchinen nicht ſtreitig machen würden, wenn nicht alle dieſe ungleich wohlfeiler wären. Bei der Gründung der Brückenpfeiler mit Schwimmkaſten, iſt aber das Abſchneiden der Pfähle in ganz gleicher Höhe unerlaßlich nöthig, und dabei dürfen alſo auch die Koſten des Ankaufs einer ſolchen Maſchine nicht geſpart werden, die überdieß nicht als verloren anzuſehen ſind, indem dieſelbe Maſchine bei vielen Bauen gebraucht werden kann.

§. 20.

Außer den ſteinernen und eiſernen, verdient nun zum Schluß noch eine hölzerne, jetzt in Paris erbaute Brücke näher beſchrieben zu werden.

Den meiſten Leſern wird die ſchöne Brücke zu Wettingen in der Schweiz bekannt ſeyn; für diejenigen, denen ſie es nicht iſt, bemerke ich nur, daß ſie eine Meile von Zürch gelegen, über den Fluß Limmat geführt, von Grubemann (dem Erbauer der Schafhauſener Brücke) gebauet, und 186 Pariſer Fuß frei geſpannt iſt. Sie verdankt ihre Feſtigkeit zwei ſiebenfach verzahnten Trägern, wovon auf jeder Seite der Brücke

einer angebracht, und um 28 Fuß geſprengt iſt, ſo daß er einem hölzernen Gewölb-Bogen gleicht, an welchen Bogen man die Unterzüge der Brückenbalken, wie an ein gewöhnliches Hängewerk, angehängt hat. Dieſe Brücke wird in Frankreich für ein Muſter hölzerner Brücken gehalten, vielleicht weil ihre Bogen mit den ſteinernen Brücken mehr Aehnlichkeit haben als Hängewerke, zum Theil aber auch, weil ihre Feſtigkeit nicht auf den Verzapfungen oder Verzahnungen der Holzſtücke, ſondern wirklich auf dem Druck, den ſie an ihren Enden gegen einander ausüben, oder auf dem Widerſtande beruhet, den ſie einem nach ihrer Länge wirkenden Druck entgegenſetzen. Nach dem Beiſpiel dieſer Brücke wollte man auch die zwiſchen den Inſeln Notre Dame und Louis in Paris anzulegende Brücke aufführen, da die geringe Paſſage es nicht der Mühe werth machte, die Koſten einer ſteinernen oder eiſernen Brücke hierauf zu verwenden. Die Brücke ſollte überdieß, da ſie vorzüglich vom linken Seine-Ufer geſehen wird, in der Ferne ein möglichſt leichtes und gefälliges Anſehen haben, und ſo entſtand die in den Jahren 1802 und 1803 von den Ingenieurs Dumoutier und Duvivier aufgeführte Pont de Cité oder Pont de la Fraternité, die in Taf. V. Fig. 47. in der Anſicht, und zwar die linke Hälfte unbekleidet, die rechte aber ganz fertig, oder mit der Bekleidung beſchlagen, dargeſtellt iſt. An beiden Ufern war der Fluß da, wo die Brücke angelegt werden ſollte, mit maſſiven Quaderſtein-Mauern, auf gerammten Roſten, eingefaßt, welche indeſſen, gegen die der Brücke zu gebende Richtung, eine ſchiefe Lage hatten. Nachdem man daher ein Paar Häuſer am Ufer weggebrochen, mußten die Quay-Mauern theils auf der Waſſerſeite einen neuen Anſatz erhalten, der, wie der Grundriß Fig. 49. zeigt, ſenkrecht gegen die Mittellinie der Brücke geſtellt wurde, theils ſuchte man ſie, um dem Seitendruck der flachen Brückenbogen deſto größeren Widerſtand entgegen zu ſetzen, durch einen auf der Landſeite angebrachten, auf einem liegenden Roſt ruhenden Anbau zu verſtärken. Daß man eine Mauer auf dem liegenden Roſt, mit der auf Pfählen ſtehenden alten Kay verbinden, und erſtere auch, in der Erde, nach oben ſtark überhängend bauen konnte, läßt ſich nur durch die vorzügliche Güte des dortigen Lehm-Bodens erklären.

In der Mitte ruht die Brücke auf einem ſteinernen Pfeiler, der ohne Fangedamm gegründet iſt. Man baggerte dabei zuerſt den ganz loſen Schlamm des Flußbettes weg, ſchlug die den Pfeiler umgebenden Pfähle dicht an einander ein, ſchüttete, theils zwiſchen ihnen, theils um ſie herum, Steine und Puzzolan-Mörtel ins Waſſer, die ſich darin bald zu einer feſten Maſſe verbanden; ſchnitt hierauf ſämtliche Pfähle beim ganz niedrigen Waſſerſtande einen Fuß unter Waſſer ab, legte die Roſtſchwellen im Waſſer herauf, und mauerte nun den Pfeiler aus Quaderſteinen in die Höhe. Auf eben die Art ging man auch bei Gründung

der Widerlagsmauern oder bei den Vormauern vor den Kays zu Werke. Es iſt leicht einzuſehen, daß dieſe Art der Gründung die wenigſten Koſten verurſacht, es iſt aber auch eben ſo gewiß, daß ſie auf jedem guten Boden, und beſonders an Stellen, wo die Brücke der Gewalt des Strom-Angriffes nicht ſehr ausgeſetzt iſt, ſo wie vorzüglich da, wo der Strom keine große Tiefe hat, mit Nutzen angewendet werden kann. Die Bogen dieſer Brücke ſind mit einem Radius von 400 Fuß beſchrieben, und haben 97 rheiniſche Fuß Spannung bei 6 Fuß Höhe: ſie ſind alſo flacher, als alle je aufgeführten Brückenbogen. Die Conſtruction der Brücke wird durch die Fig. 47. und Fig. 50. (deren letztere den Durchſchnitt durch die Mitte eines Bogens nach zweimal größerem Maaßſtabe darſtellt) deutlich gemacht. Die Brücke hat auf jeder Seite einen Bogen oder Träger von 4 auf einander gelegten Balken, deren jeder aus Stücken von 14 bis 18 Fuß Länge zuſammengeſetzt, und an jedem Stoß eines Balkens mit einem umgelegten eiſernen Bande verſehen iſt. Beide Bogen oder Träger ſind aber noch durch ein im Brückengeländer verſtecktes Hängewerk verſtärkt, und geben der Brücke die Spannung nach der Länge. Von einem Bogen zum andern gehen außerdem, ſowohl vom untern zum untern, als vom obern zum obern Balken, mehrere ſtarke eiſerne Stangen, die die Träger nach der Breite der Brücke ganz feſt zuſammen halten, und in Fig. 49. und 50. ſichtbar ſind. Die halbe Anzahl dieſer Quer-Stangen iſt gerade geſpannt, die andern ſind aber nach dem ſogleich zu beſchreibenden hölzernen Gewölb-Bogen gekrümmt, und mittelſt durchgeſteckter Schraubenbolzen daran feſt geſchraubt. Alle unter der Brücke frei ausgeſpannten Schienen werden nach der Länge durch eine ſtarke Stange a b Fig. 50. gehalten. Dieſe feſte Verbindung der Träger erlaubte es, von einem zum andern, ein, auch nach der Breite der Brücke geſpanntes Gewölbe anzubringen, das aus lauter kurzen Balkenſtücken beſteht, die vom ſchönſten Eichenholze genommen, ſorgfältig getrocknet, in Oel geſotten, und noch mit der größten Gewalt dicht an einander gepreßt, oder zwiſchen die beiden Hauptträger eingeklemmt ſind. Das Sieden im Oel ſollte verhüten, daß die Balken keine Feuchtigkeit anzögen, weil ſie ſonſt leicht aufquellen, und die eiſernen, obgleich ſtarken, Querbänder doch hätten ſprengen können, ſo wie es auch überhaupt zur beſſern Dauer des Holzes viel beitragen muß. Die Fig. 50. zeigt die Art des Belages, die die Brücke, nach dem Project des Erbauers, erhalten ſollte, und die man auch auf einem Theil angebracht hatte; man wollte die Brücke nämlich mit Sand beſchütten, und oben ein gewöhnliches Steinpflaſter nebſt Trottoirs aus Quaderſteinen anbringen; nachdem damit aber kaum der Anfang gemacht war, ſenkte ſich die Brücke ſo merklich, daß man ihr dieſe Laſt wieder abnehmen mußte, und einen ordinären hölzernen Bohlenbelag darüber anzubringen genöthiget war. Die ganze Bauart der Brücke erfordert offenbar eine außeror-

deutlich große Menge Eiſen, und hat dadurch mehr Koſten verurſacht, als eine andere zweckmäßigere Conſtruction, bei derſelben Spannung und bei demſelben leichten Ausſehen, vielleicht nicht verurſacht haben würde. Sehr zweckmäßig ſcheint es dabei aber, daß man die Träger nicht verzahnt, ſondern bloß (wie beim Exercierhauſe in Darmſtadt) auf einander gelegt, und durch eiſerne Biegel mit einander verbunden hat.

§. 21.

In den Abbildungen der Pont des Arts Taf. III. und bei der gegenwärtigen Brücke ſind zugleich die Kaymauern angedeutet, an die die Brücken anſchließen, und über welche hier noch einiges zu erinnern ſeyn wird. Paris hat nämlich beinahe auf der ganzen Länge, in welcher es die Seine einſchließt, prachtvolle Uferſtraßen, und maſſive aus Quaderſteinen aufgeführte Futtermauern, die ehemals, als überhaupt noch faſt alle Waſſerbauwerke auf Roſten von gerammten Pfählen gegründet wurden, auch faſt alle dergleichen Roſte erhielten. Die bekannten oben überhängenden Kays Pelletier und de l'Horloge geben Beiſpiele ſolcher Roſte, ſo wie auch die in Fig. 47. und Fig. 49. auf Taf. V. abgebildeten. Die Koſtbarkeit dieſer Bauart, und die vielen Erfahrungen, die ihre Unzweckmäßigkeit bewieſen, veranlaßten in neuern Zeiten die franzöſiſchen Ingenieurs, wie wir weiter unten anzuführen Gelegenheit haben werden, bei den meiſten Waſſerbauen, gerade wie bei Landbauen, nur da Pfähle einzurammen, wo der Boden wirklich nicht im Stande iſt, das Gebäude zu tragen. Seitdem bauete man auch in Paris die Kay-Mauern auf liegenden, ſtatt auf Pfahlroſten. Die Quay Bonaparte kann als ein vortreffliches Beiſpiel dieſer neuen Bauart dienen, und iſt überdieß ihrer großen Länge von beinahe 250 Ruthen wegen merkwürdig; ſie iſt von lauter Bruchſteinen aufgeführt, und zwar an der Außenſeite von den ſchönſten geſchnittenen Sandſteinen, landwärts von rohen Kalkſteinen in Cement-Mörtel aus Kalk und Ziegelmehl. Als Grundlage dient hier ein bebohlter liegender Roſt *), der gar nicht einmal durch Spundplanken oder dergleichen vor dem Unterſpülen geſchützt iſt, obgleich die Seine hier eine beträchtliche Geſchwindigkeit hat. Der Boden des Flußbettes iſt indeſſen fetter Mergel von vorzüglicher Güte, und in einiger Tiefe geht er in einen ziemlich feſten Kalkſtein über, ſo daß man beim liegenden Roſt wenig oder nichts befürchten durfte. Beim Legen des Roſtes und beim Mauern der untern Schichten dieſer Kay hatte man, ſtatt des Fangedammes aus

---

*) Die Conſtruction dieſes Roſtes iſt durch den Hrn. Geh. Oberbaurath Eytelwein im 3ten Heft ſeiner Waſſerbaukunſt §. 143. S. 71. bereits beſchrieben worden, daher ich ſie hier füglich übergehen kann.

Brettern ꝛc., bloß einen Erdwall auf der Flußſeite ſtehen laſſen, der zwar nicht ganz dicht hielt, aber doch auch nicht mehr Waſſer als jeder andere Fangedamm durchließ, und offenbar weit wenigere Koſten verurſachte, da man die hier ausgegrabene Erde zum Fangedamm benutzte, ſo wie überhaupt auch nur die äußerſt zweckmäßige ſparſame Bauart dieſer und der meiſten großen Anlagen der Art, ihre Ausführung möglich macht, indem ſie die Koſten oft auf ein Viertel der Summe reducirt, die nach der alten ſchulgerechten Methode dazu erforderlich ſeyn würden (S. unten §. 97. — §. 99.). Vorzüglich gehört dahin das Schlagen der Pfahlroſte und Spundwände, das die Waſſerbaue in den meiſten Fällen ſehr erſchwert, und bei den immer ſteigenden Holzpreiſen von ihrer Ausführung abſchrecken muß.

Die in Rede ſtehenden Kays von Paris haben alle die Höhe des höchſten Waſſerſtandes in der Seine, weil ſie eine Straße bilden, die nie unter Waſſer geſetzt werden ſoll; ſie ſind dieſer Höhe wegen aber beim niedrigen und mittleren Waſſerſtande, zum Anlegen der Schiffe und zum Ausladen der Güter, gar nicht brauchbar, ſondern dazu dienen beſonders die, oberhalb an der Seine gelegenen Häfen, die flach doſſirte, mit Steinen gepflaſterte Ufer haben. Große ſcharf gebauete Schiffe können auch daran freilich nicht anlegen, für kleine flach gebauete Fahrzeuge ſind ſie aber wirklich nicht unbequem, und beſonders zum Ein- und Ausladen der Fäſſer, die gerollt, und der Steinkohlen, die gekarrt werden, äußerſt geſchickt; ſo wie ſie auch füglich zum Tragen der Waaren nach den Schiffen gebraucht werden können. Weiter unten in den letzten Abſchnitten, wird ſich noch Gelegenheit darbieten, einiges über dieſe Art der Ufer-Einfaſſungen ſowohl, als über die Gefäße ſelbſt, zu erinnern.

§. 22.

Zu den hydrauliſchen Merkwürdigkeiten von Paris gehören beſonders auch noch die Waſſerhebungsmaſchinen und die Waſſerleitungen, die die Stadt mit Waſſer verſorgen, woran es ihr ſonſt faſt ganz fehlen würde, da ſich in dem kalkigen Boden, der in geringer Tiefe in Stein übergeht, keine oder nur ungenießbare Quellen finden. Die älteren Maſchinen und die Leitungen ſind indeſſen von Belidor, und die neuern, nämlich die Dampfmaſchinen von Chaillot und von Gros Caillou, durch Hrn. Prony ſo ausführlich beſchrieben, daß es hier um ſo weniger nöthig ſeyn wird, etwas davon zu erwähnen, da der gegenwärtige Aufſatz unmöglich ſo bekannt werden kann, als jene Werke es ſind, und bleiben werden.

Außer den öffentlichen Maſchinen gibt es aber auch noch mehrere kleinere, die weniger bekannt, aber zum Theil nicht weniger ſehenswerth ſind; dahin gehört z. B. die

Maſchine in der Ecole militaire (Taf. VI. Fig. 67.), die durch Pferde bewegt wird, und in einem eiſernen, in der Mitte um einen ſtarken Zapfen beweglichen Ziehbaum a b c beſteht, an den zwei Pferde in a und c eingeſpannt werden, und in welchem ſich, nahe am Mittelpuncte bei d, eine Warze befindet, die mittelſt der eiſernen Stangen d f und d g, und der über die beiden eiſernen um h und i beweglichen Cirkelſektoren gezogenen Ketten, die Kolben der Pumpen in k und l wechſelsweiſe aufhebt oder herabläßt. Um das Herabſinken zu befördern, iſt an jeder Kolbenſtange ein eiſernes Gegengewicht p angebracht. Die beiden Sektoren aber dienen dazu, die Kolben-Stangen beſtändig vertikal zu erhalten, weßhalb ihr (der Sektoren) unterſter Radius noch horizontal ſtehen muß, wenn die Kolben die größte Höhe erreicht haben.

Eine zweite merkwürdige Waßerhebungs-Maſchine iſt die in der Vorſtadt St. Denis vom Herrn Bradle, nach de la Hires Vorſchlägen, erbauete; ſie kommt aber mit der von Belidor im III. Buch ſeiner Waſſerbaukunſt Kap. III. S. 158. u. f. beſchriebenen ſehr überein, und es wird alſo hinreichen, hier nur noch den (wenn gleich nicht neuen) Vorzug dieſer Maſchine anzuführen, daß das Pferd, welches ſie bewegt, dabei an eine eiſerne über ſeinen Rücken gebogene Gabel geſpannt iſt, ſo daß es in ſenkrechter Richtung auf das Ende des Ziehbaums wirkt, und daher kein Theil der angewandten Kraft, wie bei der gewöhnlichen Einrichtung der Ziehbäume, ungenußt verloren geht.

§. 23.

Die jetzt ſo berühmt gewordene, vom Herrn Montgolfier erfundene Waſſerhebungs-Maſchine, der belier hydraulique, kann hier ganz übergangen werden, da der Herr Geheime Oberbaurath Eytelwein eine Beſchreibung deſſelben herausgegeben, die (außer der mathematiſchen Berechnung) wenig zu wünſchen übrig läßt. Statt des Belier folgt hier aber eine Beſchreibung der vom Herrn Prony erfundenen ſehr ſinnreichen Maſchine, die theils zum Heben des Waſſers, theils zum Fördern des Geſteins bei Bergwerken oder unterirdiſchen Canälen, mit Nutzen zu gebrauchen iſt. Die Veranlaſſung zu ihrer Erfindung gab wahrſcheinlich die auf Taf. V. Fig. 48. in der Anſicht, und Fig. 51. im Grundriß abgebildete in Frankreich übliche Bergwerks-Maſchine, die dort die Stelle des deutſchen Kehrrades vertritt, indem ſie, mittelſt der an Tauen aufgehängten Kübel A, das Geſtein aus dem Schacht hebt, und den Kübel dann wieder ſinken läßt, wobei das Waſſerrad aber beſtändig nach derſelben Seite herumläuft, und doch die Welle G D E, auf welche ſich die Kübel-Taue wickeln, rechts und links bewegt, je nachdem das eiſerne coniſch gezahnte Rad F G in das eben ſo gearbeitete Rad H H, oder in I I eingreift. Die beiden letztern Räder ſind unmittelbar an der Waſſerrads-Welle ange-

bracht *). Um das Rad F G einem oder dem andern der Räder H H oder I I zu nähern, wird das oben an dem Hebel L K, der um K beweglich iſt, angebrachte Tau M a L b bei M oder bei b mittelſt der Wippe M N oder O P angezogen, und dadurch das Ende der Welle G D E, mit ihrem Pfannenlager G, näher nach dem Waſſerrade hin, oder weiter davon weggeſchoben. Der in Fig. 48. angedeutete Haken d greift überdieß in den Rand des heraufſteigenden Kübels, und kippt dieſen dadurch um, ſo daß das Geſtein, ohne weiteres Hinzuthun, auf e e fällt, und von hier fortgekarrt werden kann. Zum jedesmaligen Aendern der Bewegung wird aber die Anweſenheit und genaue Aufmerkſamkeit eines Arbeiters erfordert; denn wenn der Eimer fortgeſetzt aufgezogen wird, während er die gehörige Höhe oder den Haken d erreicht hat, ſo iſt das Zerbrechen der Maſchine faſt unvermeidlich. Die Pronyſche Einrichtung, die auf Taf. V. detaillirt abgebildet iſt, hilft dieſem Mangel ab, und macht, daß der heraufkommende Eimer, ohne weiteres Hinzuthun, gleich nachdem er ſich ausgeleeret, wieder hinabſteigt, und der andere Eimer in die Höhe kommt. Fig. 61. zeigt dieſe Maſchine, zur Bewegung durch ein Pferd eingerichtet, in der Anſicht, und Fig. 62. ſtellt ſie im Grundriß dar, bei welchem aber die Tummel-Welle l k und der obere Theil der eiſernen Arme μ, die das obere Ende der Tummel-Welle halten, nicht mit gezeichnet ſind. Man ſieht im Allgemeinen, daß durchs Herumdrehen der Tummel-Welle l k das große Stirnrad m n und dadurch das Rad r s mit der vertikalen Scheibe q t, über welche eine Kette herübergezogen iſt, in Bewegung geſetzt, und der Eimer ψ alſo, in ſofern die Kette ſich auf der Scheibe q t nicht verſchiebt, in die Höhe gezogen werden könne. Was die einzelnen Stücke anbetrifft; ſo iſt die eiſerne Stelle c c e g mit den beiden daran befeſtigten Querſtücken v v v′ und u u u′, und mit dem viereckigen Rahmen g e e g in Fig. 63. beſonders abgebildet. Sie läßt ſich auf den beiden Pfannen w w und in dem Rahmen z z z z

*) Von dem Waſſerrade ſelbſt liefert Fig. 53. einen Durchſchnitt, woraus wenigſtens die, wenn gleich nicht ſehr empfehlungswerthe, äußerſt ſchwerfällige Zuſammenſetzung der oberſchlächtigen franzöſiſchen Räder wird entnommen werden können. Von unterſchlächtigen Rädern werden weiterhin Beiſpiele vorkommen; überhaupt ſcheint aber die Vervollkommnung der franzöſiſchen Waſſermühlen mit den übrigen Kunſtanlagen nicht Schritt gehalten zu haben. Wahrſcheinlich hat die Natur es den Menſchen hier zu leicht gemacht; denn ſo wie in Holland, wo es mehr als in irgend einem andern Lande an Kraft zu Betreibung der Mühlen fehlt, die Mühlenbaukunſt den höchſten Gipfel erreicht zu haben ſcheint, ſo findet man faſt in allen bergigten Gegenden, die durch ihre Lage mit Mühlenkraft verſorgt ſind, die erbärmlichſten Mühlen, und daher vielleicht auch in Frankreich, das gleichfalls an Bächen mit ſtarkem Gefälle nicht gerade Mangel hat.

hin und her bewegen, indem die langen Stangen z z und z z durch die Löcher der Querſtücke u u und v v durchgeſteckt ſind. Der Deutlichkeit wegen iſt der Rahmen zzzz, der an der Scheibe q t feſt iſt, in Fig. 66. beſonders gezeichnet. Während die Axe c c ſich dreht, drehen ſich alſo auch die Querſtücke u u, v v, die Stäbe zzzz, und die Scheibe q t nach derſelben Richtung mit herum. Auf den Cylindern x und y an jener Scheibe ſind aber die Räder o p und r s ſo aufgeſchoben, daß ihre Bewegung von der Bewegung der Scheibe q t nicht abhängt. Das große Rad m n greift nun beſtändig in o p und r s ein, ſo daß dieſe beiden Räder ſich immer in den in Fig. 62. mit Pfeilen bezeichneten Richtungen herumdrehen, ohne die Scheibe q t unmittelbar mit zu drehen. Greift aber die an dem Querſtück u u angebrachte Warze u′ in die, wie bei einem Kammrade geſtellten Sperrzähne des Rades r s, ſo theilt dieß Rad dem Querſtück u u, der Axe c c, und alſo auch der Scheibe q t, die mit dem Pfeil bezeichnete Bewegung mit, und der dieſſeits hängende Eimer wird heraufgehoben. Greift dagegen die Warze v′ in das Rad o p, ſo theilt dieß Rad der Axe c c und der Scheibe q t eine entgegengeſetzte Bewegung mit, und der dieſſeitige Eimer geht herab, während der jenſeitige heraufſteigt. Um alſo das wechſelſeitige Steigen und Sinken der Eimer zu erhalten, kommt es nur darauf an, die Axe c c mit den Warzen u′ und v′ bald in das eine, bald in das andere Rad einfaſſen zu laſſen. Jede Eimer-Kette geht deßhalb durch eine Gabel f oder d in den Schacht herab, und der Biegel, an welchem der Eimer hängt, iſt ſo eingerichtet, daß er durch die Gabel nicht hindurch kann. In dem Augenblick daher, daß der dieſſeitige Eimer ψ ſeine größte Höhe erreicht hat, und durch Einhaken in einen an der Seite des Schachtes angebrachten Haken umgekippt iſt, berührt auch der Biegel die Gabel i d, hebt ihr Ende d in die Höhe, drückt das andere Ende i (da die Gabel in φ feſt iſt) plötzlich herunter, dreht dadurch die eiſerne Welle a, und richtet den in a befeſtigten Schwungkolben b nicht nur ſenkrecht in die Höhe, ſondern kippt ihn auch nach e über, ſo daß er nun heftig nach e fällt, und den Rahmen g e e g mit der Welle c c und mit den Querſtücken u u und v v nach dem Rade o p hinſtößt. Die Warze u′ verläßt dabei plötzlich das Rad r s, greift aber in o p ein, und ſo nimmt die Scheibe q t eine entgegengeſetzte Bewegung an, ohne daß der Gang des Pferdes aufgehalten, oder die Umdrehung der Räder m n, o p und r s im geringſten unterbrochen iſt. Der Eimer ψ ſinkt alſo herab, und indem der andere heraufkommt, findet er die Gabel f nach unten gekehrt, er berührt ſie, hebt ſie auf, kippt den Schwungkolben b in die vorige Lage über, und ſinkt plötzlich wieder herab, nachdem er ſeine Ladung ausgeſchüttet hat. Der Anblick dieſer ſinnreichen Maſchine erregt anfangs um ſo größeres Erſtaunen, da man alle Räder ununterbrochen fortlaufen, und die Eimer, gerade zur rechten Zeit, ihre Bewegung, wie durch eine

Zauber-Kraft, ändern ſieht. Das Ueberkippen der Kolben b verurſacht dabei freilich eine nicht gerade vortheilhafte Erſchütterung; indeſſen iſt dieſe Maſchine auf dem Landgute des Herrn Prony, im Großen, zum Heben des Waſſers angewendet, und entſpricht hier den Erwartungen völlig. Ein Modell davon befindet ſich auf der école des ponts et chaussées.

Dieſer Anſtalt iſt ſchon ſo oft gedacht, daß einige Bemerkungen über ihre Verfaſſung und über den daſelbſt ertheilten Unterricht, ſo wie über die berühmte polytechniſche Schule, vielleicht unter den hydrotechniſchen Merkwürdigkeiten von Paris, im folgenden Abſchnitt, einen nicht unſchicklichen Platz finden werden.

Dritter Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Von der polytechniſchen Schule (école polytechnique) und von der Bauakademie (école des ponts et chaussées) in Paris.

§. 24.

Eben ſo intereſſant, als die ſchönen architektoniſchen und hydrotechniſchen Werke Frankreichs, müſſen dem Hydrotekten die Anſtalten ſeyn, auf welchen die Erbauer jener Werke gebildet werden. Ich rechne es daher unter die glücklichſten Ereigniſſe meines Lebens, daß ich dieſe Anſtalten, während meines Aufenthalts in Paris, mitten unter den Zöglingen habe benutzen können. Durch Bekanntſchaften, die die gütigen Adreſſen des Herrn Obriſt von Zach aus Gotha mir in Paris verſchafften, und durch einen vor mehreren Jahren von mir zum Druck gegebenen Aufſatz de ſpirali Logarithmica, den ich einem der erſten Ingenieurs zu überreichen wagte, erhielt ich freien Zutritt zu denſelben. Vorzüglich verdient die dortige allgemeine Vorbereitungsſchule zu allen öffentlichen Geſchäften, bei welchen es auf Kenntniſſe von Mathematik und Phyſik ankommt, die ſogenannte école polytechnique näher gekannt zu werden, obgleich ihre Einrichtung überhaupt, und ihre Stiftung, nach dem Entwurf des großen de la Place, bekannt genug ſind. Diejenigen, welche als Eleven in dieſe Ecole aufgenommen werden ſollen, müſſen weder unter 15, noch über 26 Jahre alt ſeyn. Die letztere Zahl der Jahre hat man gerade auf 26 geſetzt, um den Conſcribirten, die die beſtimmten fünf Dienſtjahre (vom 21ſten bis 26ſten) bei der Armee zugebracht haben, und dadurch in der Fortſetzung ihrer Studien geſtört wurden, nachher noch die Aufnahme in dieſe Anſtalt zu geſtatten. Dreihundert Zöglinge wurden überhaupt, im Jahr 1803, daſelbſt unterrichtet, und zwar

erhielten ſie dieſen Unterricht, weiter aber auch nichts, vom Staat ganz unentgeltlich. Es iſt daher natürlich, daß nicht jeder, der es wünſcht, unter die Zahl derſelben aufgenommen werden könne, ſondern jährlich, oder ſo oft einige Zöglinge abgehen, werden alle, die ſich in den verſchiedenen Departements dazu gemeldet haben, von Profeſſoren der Ingenieurs, die man in die Departements ſchickt, öffentlich examinirt, und nur diejenigen, die die meiſten Kenntniſſe zeigen, erhalten die Gewährung ihres Wunſches. Ganz unerlaßlich werden aber zur Aufnahme, außer richtigem Franzöſiſch-Schreiben, folgende mathematiſchen Vorkenntniſſe erfordert.

1) Gemeine Arithmetik und Kenntniß der neuen franzöſiſchen Maaße aller Art.

2) Anfangs-Gründe der Algebra. Dahin gehöret Auflöſung der beſtimmten Gleichungen vom erſten und zweiten Grade, und der unbeſtimmten vom erſten Grade. Beweis des binomiſchen Lehrſatzes, für ganze poſitive Exponenten. Zuſammenſetzung der Gleichungen im Allgemeinen. Auflöſung der Gleichungen durch Näherung, und Eliminirung der unbekannten Größe aus irgend welchen zwei Gleichungen.

3) Lehre von den Proportionen, Progreſſionen und Logarithmen.

4) Elementargeometrie, ebene Trigonometrie und Gebrauch der Sinustafeln.

5) Eigenſchaften der Kegelſchnitte und

6) Anfangsgründe der Statik *).

§. 25.

Mathematik und Phyſik machen die Hauptſachen des Unterrichts auf der Ecole aus. Unter den Lehrern dieſer Wiſſenſchaften darf man nur Lagrange, Prony, Guyton-Morveau ꝛc. nennen hören, um auf den Unterricht ſelbſt ſchließen zu können. Die Zöglinge ſind dabei in zwei Klaſſen abgetheilt. In jeder Klaſſe iſt der Studien-Plan auf ein Jahr eingerichtet, und alle Jahr werden dieſelben Vorleſungen wieder aufs neue angefangen: demunerachtet hängt aber das Fortrücken aus der erſten Klaſſe in die zweite, und aus dieſer in die höhern Akademien, bloß von einem beſondern ſehr genauen Examen, und gar nicht von der Zeit ab, die ein Eleve auf der Anſtalt zugebracht; doch mit der Einſchränkung, daß jeder, der zwei Jahre auf einer Klaſſe zugebracht hat, und ſich demunerachtet nicht zum weitern Fortrücken qualificirt, ganz ausgeſtoßen wird. Die Gegenſtände des Unterrichts für die erſte Klaſſe ſind:

*) Wie mancher Staat begnügt ſich doch, von ſeinen wirklichen Architekten lange nicht ſo viele Kenntniſſe zu fordern, als Frankreich von jedem verlangt, der nur in die Vorbereitungs-Schule zur Bauakademie aufgenommen werden will? Sollte man nicht glauben, daß auch alles Uebrige hiermit nur zu ſehr im Verhältniß ſtehen müſſe?

1) Mathematiſche Analyſis und höhere Geometrie.
2) Statik und Mechanik.
3) Stereotomie oder beſchreibende Geometrie (géométrie descriptive).
4) Anfangsgründe der Chemie.
5) Phyſik und
6) Zeichnen.

Für die zweite Klaſſe aber:

1) Höhere Analyſis.
2) Mechanik.
3) Anwendung der Analyſe auf die Geometrie dreier Dimenſionen.
4) Phyſik.
5) Zeichnen.
6) Architektur.
7) Fortification.
8) Mineralogie.
9) Oeffentliche Anlagen (travaux publiques).
10) Techniſche Chemie.
11) Ausübende Chemie und
12) Zeichnen *).

Es würde zu weit führen, hier alle Vorleſungen einzeln genau zu beſchreiben. Daher ſoll nur einiges, beſonders aus dem Mathematiſchen, ausgehoben werden, welches aber ſchon hinreichen wird, darzuthun, daß der Unterricht ſich bis ins tiefſte gründlichſte Detail ausdehne.

§. 26.

Bei den Vorleſungen über Analyſe werden die Zöglinge mit den feinſten Lehrſätzen der höhern Mathematik bekannt gemacht. Zum Beweiſe nur folgende aus den Heften der Zöglinge entnommene Angaben. In den Vorleſungen über Algebra werden z. B. nicht nur die bekannten Auflöſungs-Methoden der höhern Gleichungen, und die Kennzeichen der Wurzeln vorgetragen, ſondern ſelbſt die in der höheren Analyſis wichtigen, wenn gleich an und für ſich wenig anwendbaren Lehren von der Zuſammenſetzung der Gleichungen und Funktionen aus reellen (trinomiſchen) Doppelfaktoren in Verbindung mit dem Coteſiſchen Lehrſatze, und von dem wechſelſeitigen Verhältniß der

---

*) Seit einiger Zeit iſt auch noch ein Profeſſor der ſchönen Wiſſenſchaften bei der Schule angeſtellt.

Größen $\cos x + \sin x . \sqrt{-1}$ und $e^{x . \sqrt{-1}}$ nebſt der Anwendung dieſer Lehre auf die gleichſeitige Hyperbel und ihr Verhältniß zum Kreiſe, kommen darin vor. Der Theorie der Reihen, ſo wie der der logarithmiſchen und trigonometriſchen Funktionen und Reihen, wird die der Wichtigkeit der Sache angemeſſene Zeit gewidmet.

Die Differentialrechnung wird ſowohl nach der älteren als nach Lagranges neuer Methode vorgetragen; doch wird mehr jener (der Euleriſchen) als dieſer (der Lagrangiſchen) Methode gefolgt, beſonders beim weitern Vortrage der andern Zweige der Mathematik. Es iſt bekannt, daß die Herausgabe von Lagrange's Théorie des fonctions analytiques durch dieſen Unterricht veranlaßt wurde. Unter den Gegenſtänden dieſer Vorleſungen werden hier nur der Taylorſche Lehrſatz in ſeiner größten Allgemeinheit; ſeine Anwendung auf unendliche Reihen aller Art; die Lehre von den Größten und Kleinſten bei zwei und mehrern Variabeln; die Theorie der partiellen Differenzen, und die Lehre der Tangenten, Krümmungs-Halbmeſſer und Abwickelungen angeführt. Bei der Integralrechnung geht man bis zur Integration der Differential-Gleichungen aller Grade, insbeſondere der Linear-Gleichungen fort, und ſetzt die Lehren von der Rectification, Quadratur und Rotation auseinander.

Selbſt Variationsrechnung, die Krone der Analyſis, die zum Verſtehen neuer franzöſiſcher Schriften durchaus unentbehrlich iſt, und die man jetzt dort ſchon zur unglaublichen Abkürzung ſelbſt ganz gemeiner Theorien benutzt, wird in der polytechniſchen Schule gründlich und ausführlich vorgetragen, überhaupt aber, wie die vorſtehende Skizze durchgehends zeigt, alles bloß Speculative abſichtlich übergangen.

Lacroix Traité élémentaire du Calcul différentiel et intégral diente im Jahr 1803 als Leitfaden bei den Vorleſungen über Analyſe.

Die Geometrie dreier Dimenſionen läßt ſich nicht ohne eine Menge Zeichnungen leicht verſtändlich lehren; um aber den Eleven die Zeit und Mühe zu erſparen, die das Copiren derſelben erfordern würde, ſind ſie ſämtlich in Kupfer geſtochen, und werden unter ſie unentgeltlich vertheilt *).

Zum Detail dieſer Vorleſungen gehören unter andern, die Eigenſchaften der Flächen erſter, zweiter und dritter Ordnung, ſo wie die Lehre von der Lage der Ebnen

---

*) Auf eben die Art erſchienen dort häufig die intereſſanteſten Memoires in der Druckerei der Republik, ohne daß ſie in den Buchladen kommen. Aeußerſt ſelten läßt man ſie verkaufen, ſondern gewöhnlich nur unter die Gelehrten und unter die Zöglinge der Ecoles unentgeltlich vertheilen: erſt nach mehreren Jahren werden ſie bisweilen in größere Werke aufgenommen und dadurch allgemein bekannt.

und von der Transformation der Coordinaten in ihrer größten Allgemeinheit. Es wird darin aber auch von den Curven doppelter Krümmung, den Flächen, deren partielle Differential-Gleichung eine Gleichung vom erſten Grade, bei denen ſie eine Gleichung vom zweiten, und bei denen ſie vom dritten Grade iſt, von der doppelten Krümmung der Flächen und von den enveloppirenden und developpirten Flächen gehandelt *). Von den Flächen, die durch irgend welche Bewegung einer geraden Linie entſtehen, hat man, um der Einbildungskraft zu Hülfe zu kommen, Modelle aus nahe an einander aufgeſpannten Zwirnfäden von verſchiedenen Farben verfertiget, die den Unterricht ſehr erleichtern.

§. 27.

Die beſchreibende Geometrie wird nach Monges Géométrie descriptive vorgetragen, und macht einen Hauptzweig des ganzen Unterrichts auf der polytechniſchen Schule aus. Die Eleven müſſen dabei, um ſich die vorgetragenen Projections-Methoden auf die Ebene, und die ihnen auseinandergeſetzten körperlichen Conſtructionen geläufig zu machen, beide durch wirkliches Aufzeichnen anwenden.

Daß die regelmäßige Erzeugung der Flächen und Körper im Raum, die Art ſie beſtimmt darzuſtellen, und Eigenſchaften von den wirklichen Dingen in die Darſtellung, ſo wie von den Darſtellungen in die Wirklichkeit zu übertragen, den Gegenſtand der beſchreibenden Geometrie ausmachen, wird als bekannt angenommen. Um aber die Vorleſungen einigermaßen beurtheilen zu können, wird es hinreichen, einige der vorzüglichſten Probleme anzugeben, die darin gelöſt werden.

Durch einen im Raum gegebenen Punct eine Linie oder Ebene parallel mit einer gegebenen Linie oder Ebene zu legen. Eine Ebene durch drei im Raum gegebene Puncte zu legen. Den Neigungs-Winkel und die Projection des Durchſchnittes gegebener Ebenen darzuſtellen. Größe und Länge der kürzeſten Verbindungslinie zweier im Raum gegebenen geraden Linien anzugeben und darzuſtellen.

Die Lehre von dreien ſich in einem Punct ſchneidenden Ebenen (dieſe Lehre umfaßt die ganze ſphäriſche Trigonometrie).

Durch einen gegebenen Punct Tangential-Ebenen an eine cylindriſche, coniſche oder irgend andere Fläche, die durch Rotation entſtanden iſt, und deren Meridian man kennt, zu legen und zu conſtruiren, wobei dieſer Meridian aber auch eine Curve doppelter Krümmung ſeyn kann. Durch eine gegebene gerade Linie eine Tangential-Ebene an

---

*) Ich habe dieß Wort beibehalten müſſen, weil mir noch kein deutſches Kunſtwort bekannt iſt, das den Sinn des Enveloppirens beſtimmt ausdrückt.

eine Kugel, oder irgend andere durch Rotation erzeugte Fläche zu legen. Die Curven zu conſtruiren, welche durch den Schnitt gerader und ſchiefer Cylinder, gerader und ſchiefer Kegel, und durch Rotation erzeugter Flächen, mit Ebnen ſowohl, als untereinander, erzeugt werden, auch zugleich Tangenten an alle dieſe Curven zu legen. Die Abwickelungen der erwähnten Flächen zu conſtruiren, und die Durchſchnitts-Curven auch auf ihnen anzugeben. Anwendung auf einige ſtereometriſche Probleme, z. B. eine Kugel um eine dreieckige Pyramide, oder in einer ſolchen Pyramide, zu beſchreiben, wie die Elementargeometrie einen Kreis in einem Dreieck, oder um ein Dreieck beſchreiben lehrt. Einen Punct im Raum zu beſtimmen, wenn die Winkel bekannt ſind, unter welchen die Verbindungslinien dreier gegebenen Puncte mit dem geſuchten, gegen die Vertikallinie geneigt ſind, oder wenn die Winkel bekannt ſind, die dieſe Verbindungslinien unter ſich bilden.

Bei der Anwendung auf die Lehre vom Steinſchnitt, wird die Theorie des Steinſchnitts für die allerſchwierigſten Gewölbarten vorgetragen, und den Eleven zugleich Anleitung gegeben, die Gewölbſteine, ſowohl auf der Ebene als körperlich, zu conſtruiren, und von Gyps anzufertigen. Die polytechniſche Schule hat dadurch eine überaus ſchöne Sammlung Modelle von Gewölben erhalten, die faſt alle von den Eleven ſelbſt verfertiget ſind.

Auch bei der Anwendung der beſchreibenden Geometrie auf die Zimmermannskunſt, wo das Schiften im weiteſten Umfange vorkommt, wird Theorie und Praxis auf eben die Art verbunden. Die Anwendung auf Perſpective und Malerei macht die Eleven mit den Lehren vom Schlagſchatten, Halbſchatten und der Lichtſtärke bekannt, indem dabei von den einfachſten Körpern, bis zu den feinſten architektoniſchen Verzierungen fortgegangen wird. Endlich noch die Anwendung auf Gnomonik und Projection der geographiſchen Karten. Hier wird z. B. die Aufgabe gelöſt, Sonnen-Uhren auf irgend welche krumme Fläche zu zeichnen.

§. 28.

Mechanik. Der erſten Klaſſe werden Statik und die Grundbegriffe der Mechanik (Kraft, Geſchwindigkeit, Bewegung, Stoß, Parallelogramm der Kräfte u. ſ. w.) vorgetragen. Dynamik, Hydroſtatik, Hydrodynamik und allgemeine Begriffe vom Maſchinenweſen machen daher den Inhalt der Vorleſungen für die zweite Klaſſe aus. Daß dabei auch die analytiſche Mechanik in ziemlich weitem Umfange vorkomme, läßt ſich ſchon aus dem hier zum Grunde gelegten Handbuche, Prony's Méchanique philosophique, ſchließen. Nachſtehende Angaben werden es näher zeigen. Außer den gemeinen Theo-

rien] vom Stoß, vom Schwunge, vom Pendel, vom Mittelpunct des Schwunges u. ſ. w. die alle mit Hülfe der Analyſe vollſtändig abgehandelt werden, kommen z. B. auch die Lehren vom Gleichgewicht eines Syſtems materieller Puncte, die durch irgend welche Kräfte gereizt werden, vom Druck eines ſchweren Körpers, der auf einer Ebene ruht, auf die verſchiedenen Unterſtützungspuncte der Ebene (iſt nur in einigen Fällen zu beſtimmen) und von der Zurückführung der dynamiſchen Probleme auf die Statik (nach Legrange) bei dieſem Unterricht vor.

Der Unterricht in der Hydroſtatik und Hydrodynamik umfaßt unter andern die Theorie der Barometer, und ihren Gebrauch bei Höhenmeſſungen, die Gleichung für die Bewegung der Flüſſigkeiten, bei vorausgeſetztem Parallelismus der Schichten u. ſ. w.

§. 29.

Das genauere Detail der angewandten Mathematik bleibt eigentlich dem Unterricht in den höhern Akademien (écoles d'application) vorbehalten.

Bei der Architektur, Fortification und den Vorleſungen über travaux publiques, kann man daher nur einen allgemeinen oberflächlichen Vortrag erwarten. Demungeachtet werden aber außer der Conſtruction der Gebäude doch auch die Lehren von den Säulen-Ordnungen, und von der Verzierung der Gebäude, ſo wie von der innern zweckmäßigen Einrichtung derſelben, in den architektoniſchen Vorleſungen, von Durand, umſtändlich vorgetragen, und durch eine ſchöne Modellſammlung erläutert. Die Vorleſungen über Fortification haben mehr zur Abſicht, die Zöglinge mit der Anwendung der Analyſe, Mechanik und beſchreibenden Geometrie bekannt zu machen, als ihnen ſchon hier das Detail der Fortification vorzutragen. Der ganze Kurſus enthält:

1) Einleitung zur Fortification überhaupt.
2) Fortification im Freien, oder auf kurze Zeit.
3) Anlage der Feſtungen.
4) Angriff und Vertheidigung der Feſtungen.
5) Principien und verſchiedene Syſteme der Fortification, nebſt Anwendung der deſcriptiven Geometrie auf die Lehre vom Defilement.

Zu den öffentlichen Anlagen, die hier gleichfalls den Gegenſtand einer beſondern Vorleſung ausmachen, denen aber auch eine beſondere Akademie gewidmet iſt, rechnet man Straßen, Wege, Brücken, Vorkehrungen zur Erleichterung der Schifffahrt auf Flüſſen, Kanäle, Häfen, Rheden u. ſ. w. Bei den Wegen werden die Regeln des Nivellirens, und allgemeine Begriffe von den Heerſtraßen der Alten, von

der neuen Bauart der Wege im ebnen Lande, von den Gebirgswegen, und von der Unterhaltung der Wege vorgetragen.

Die Lehre von den Brücken umfaßt auch die Theorie des Drucks der Erde gegen Fütter- und Flügelmauern *), detaillirte Zuſammenſetzung ſteinerner und hölzerner Brükken, Beſchreibung der Brückenbogen aus mehreren Centris ꝛc. Bei der inländiſchen Schiffahrt wird vom natürlichen und künſtlichen Fahrwaſſer, von ſchiffbaren Kanälen mit ihren wichtigſten Anlagen, von Schleuſen, Baſſins, Speiſungskanälen, Ueberfällen, Freiarchen, Waſſerleitungen, Brück-Kanälen und unterirdiſchen Kanälen gehandelt. Die Seefahrt gibt dagegen Gelegenheit, über Fluth und Ebbe, Wirkung der Winde auf die See-Hafen-Dämme und Einbaue in die See, Spühlbaſſins und Spühlſchleuſen, Rheden u. ſ. w. einiges zu bemerken.

Bei den Vorleſungen über Fortification und öffentliche Anlagen, müſſen die Eleven zugleich Zeichnungen, die auf dieſe Anlagen Bezug haben, theils copiren, theils ſelbſt entwerfen.

§. 30.

Der auf der polytechniſchen Schule ertheilte Unterricht im Zeichnen hat bloß die Abſicht, den Eleven richtiges Augenmaaß, und die Fertigkeit im Zeichnen überhaupt zu verſchaffen, die ihnen, bei allen verſchiedenen Geſchäftszweigen, denen ſie ſich einſt widmen wollen, nothwendig, oder doch ſehr nützlich iſt; er beſchränkt ſich daher auch vorzüglich auf das Zeichnen der verſchiedenen Theile des menſchlichen Körpers.

Der Zeichenſaal der Ecole iſt, des beſſern Lichtwurfs wegen, von oben erleuchtet: die meiſten Uebungen werden aber des Abends bei Licht angeſtellt, und alsdann beſonders nach Gyps-Modellen gezeichnet. Dreimal des Jahres werden Probe-Zeichnungen von den Eleven gefertiget, oder ein ſogenannter Concours gehalten, wobei aber eine gewiſſe Zeichnung, in einer beſtimmten kurzen Zeit, fertig gemacht werden muß, um die Eleven dadurch zum Schnell-Zeichnen anzuhalten, weil das Zeichnen einſt bei ihnen, die alle zu

*) Herr Prony hat über dieſe Materie unlängſt zwei Memoires drucken laſſen, die ſie, wenn nicht erſchöpfen, ſo doch mehr aufklären, als alles, was mir darüber früher zu Geſicht gekommen. Die Titel der Memoires ſind:

1) Recherches sur la pousse des terres et sur la forme et les dimensions à donner aux murs de revêtement. Par R. Prony. Paris an X. Imprimé pour l'usage de l'école polytechnique et de celle des ponts et chaussées.

2) Instruction pratique sur une méthode pour déterminer les dimensions des murs de revêtement. Paris an X.

viel wichtigeren Geſchäften beſtimmt ſind, nur Nebenſache ſeyn, und mehr dem Mahler überlaſſen bleiben ſoll. Es reicht in Frankreich völlig hin, wenn der Ingenieur die Zeichnung deutlich und genau, dabei aber recht ſchnell entwerfen kann: Schönheit iſt durchaus nicht erforderlich.

Von den Vorleſungen über Phyſik, Chemie u. ſ. w., deren nähere Schilderung gar nicht hierher gehört, verdient wenigſtens der Umſtand Erwähnung, daß die Eleven auch hier nicht bloß von andern erforſchte Wahrheiten hiſtoriſch lernen, ſondern ſelbſt chemiſche Verſuche machen, ſelbſt chemiſche Analyſen anſtellen müſſen, u. ſ. w.

So werden ſie mit Kenntniſſen der Phyſik und Mathematik auf das vollkommenſte ausgerüſtet: Sprachen und andere Wiſſenſchaften, auf die nur in Deutſchland ein ſo großer Werth gelegt wird, rauben ihnen keine Zeit, die ſie ganz ihrem Fache widmen, und darin alſo auch eigentlich groß werden können.

§. 31.

Diejenigen Eleven der zweiten Klaſſe, die in dem letzten Examen alle Kenntniſſe nachgewieſen haben, die ſie ſich auf der école polytechnique erwerben ſollten, verlaſſen nun dieſe nach einem Aufenthalt von zwei oder höchſtens vier Jahren, und gehen in eine der écoles d'application über, zu welchen die école d'artillerie, du génie militaire, des ponts et chaussées, des mines, de marine und die école géographe gehören. Die Verfaſſung der école polytechnique iſt zum Theil militairiſch, und hier, bei dem Uebergehen in die écoles d'application, zeigt ſich auch ſchon eine militairiſche Härte, indem es den Eleven nicht ganz frei gelaſſen wird, ſich eine der letzteren Ecoles zu wählen.

Zwar ſind ſie dem Staat noch nicht geradezu verpflichtet, wie ſpäterhin; indeſſen da die Zahl der Eleven bei jeder Ecole beſtimmt, der Abgang aber von Zufällen abhängig iſt, ſo iſt eine freie Wahl der Eleven ſchon nicht zuläſſig, um dem Ueberfüllen der Ecoles vorzubeugen.

Von den écoles d'application ſind einige völlige Militair-Schulen, und ihre Eleven haben den Rang der Lieutenants, oder rücken als Capitains ins Militair ein; aber auch die Civil-Ingenieurs, und die Eleven der école des ponts et chaussées haben eine der militairiſchen ſehr ähnliche Verfaſſung.

§. 32.

Aus dem Unterricht auf der Vorbereitungsſchule läßt ſich ſchon abnehmen, daß die mit allen dort gelehrten Kenntniſſen ausgerüſteten Eleven, wenn ſie auf die eigentliche

Bau-Akademie (die école des ponts et chauſſées) kommen, gebildet genug ſind, um ſich die ihnen noch fehlenden Kenntniſſe, durch eignes Studium, allenfalls ganz ohne Vorleſungen, zu verſchaffen. Nach dem Plane des Stifters ſollen ſie zwar, demunerachtet, den ganzen Tag, unter Aufſicht der Inſpectoren, auf der Ecole zubringen, nämlich des Vormittags von acht bis drei, und Nachmittags von fünf bis acht Uhr *).

Indeſſen wurde es, beſonders den ältern Eleven, als ich dort war, ganz überlaſſen, wo und wie ſie ſich beſchäftigen wollten. Auf der Vorbereitungsſchule müſſen die Eleven an eben jenen feſten Stunden von acht bis drei und von fünf bis acht dem Unterricht beiwohnen; in der école des ponts et chauſſées werden zwar auch noch Vorleſungen über Mechanik, Hydraulik, Maſchinenlehre, Brückenbau, Schleuſenbau u. ſ. w. gehalten, ſie machen aber nicht die Hauptſache der Ecole aus, und man hat auch, mit gutem Bedacht, die geſchickteſten Lehrer aller Fächer bei der Vorbereitungsſchule angeſtellt. Ueberhaupt werden auf der Bau-Akademie 60 Eleven, und zwar, wie auf der polytechniſchen Schule, unentgeltlich unterrichtet. Die jüngern wohnen noch täglich, einige Stunden hindurch, den Vorleſungen bei, die meiſten beſchäftigen ſich aber, jeder für ſich, auf der Ecole, mit den Wiſſenſchaften, die ihnen noch vorzüglich fehlen.

§. 33.

Die vortreffliche Bibliothek der Ecole, die ſich über alle den Ingenieurs des ponts et chauſſées nützlichen Kenntniſſe ausbreitet, und die ſchönſten franzöſiſchen und engliſchen (aber faſt gar keine deutſchen) Werke enthält, iſt dabei ganz zu ihrem Gebrauch, nur dürfen ſie, ohne beſondere Erlaubniß, keine Bücher nach Hauſe nehmen. Von der äußerſt vollſtändigen Sammlung Zeichnungen, die der Inſpector in ſeinen Zimmern verwahrt, erhalten ſie zum Gebrauch auf der Ecole alle Zeichnungen, die ſie zu haben wünſchen, und eben ſo können ſie die Modellſammlung, gewiß eine der erſten Sammlungen der Art, zu jeder Zeit benutzen. Man ſieht daher in den Sälen der Bau-Akademie den einen zeichnen, den andern leſen, dieſen etwas aus einem Buche extrahiren, jenen an einem eignen Aufſatz arbeiten, und die Geübteren ſich beſonders mit Entwerfung von Projecten zu allerlei Anlagen, bei irgend welchen erdichteten ſchwierigen Fällen, abgeben. Die Lehrer gehen dann und wann in den Sälen herum, und ihr Unterricht beſteht dabei größtentheils in einer freien Unterhaltung mit den Eleven, über den Gegenſtand, den ſie gerade vorhaben, ſo daß dieß mehr eine Reviſion ihrer Arbeiten, als eigentlicher Unter-

---

*) Es wird als bekannt vorausgeſetzt, daß man in Paris erſt um vier Uhr, oder noch ſpäter, zu Mittage ißt.

richt, zu ſeyn ſcheint, und vorzüglich eine zweckmäßige Leitung der Beſchäftigung der ältern Eleven beabſichtiget. Die Hinweiſung auf irgend ein Buch, eine Zeichnung, oder ein Modell erreichen dieſen Zweck, bei ſo gebildeten jungen Leuten, als dieſe Eleven es ſind, ungleich beſſer, als gewöhnlicher ſchulmäßiger Unterricht, beſonders wenn es nicht darauf ankommt, Kenntniſſe hiſtoriſch zu erlernen, ſondern ſich im eigenen Nachdenken zu üben; und dieß iſt gerade hier der Fall: daher auch die öftern Aufgaben, deren Auflöſung faſt jedesmal eine neue Erfindung genannt werden kann. Während alſo der Lehrer ſeine Stunden ziemlich regelmäßig, ſelbſt unter den ältern Eleven, zubringt, kann man doch eigentlich nur ſagen, daß er ſich mit ihnen unterhalte, wodurch unter andern aber auch der Vortheil erreicht wird, daß er einen Jeden, mit allem was er weiß und was ihm noch fehlt, ſehr genau kennen lernt.

Nicht ſowohl die Fortſchritte der deutſchen Gelehrſamkeit, als vielmehr der Zuwachs der Rhein-Departements, in welchen deutſch geſprochen wird, ſollen Veranlaſſung dazu geweſen ſeyn, daß man unlängſt einen Profeſſor der deutſchen Sprache bei der Anſtalt angeſezt hat. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß deſſen Unterricht auf die gewöhnliche Art ertheilt wird, indeſſen iſt es den Eleven ganz überlaſſen, ob ſie daran Theil nehmen, oder ſich ausſchließlich für die alten Departements beſtimmen wollen.

§. 34.

Ein Paarmal in jedem Jahre werden auch hier Prüfungen der Eleven vorgenommen, zu welchen jeder eine Ausarbeitung und Zeichnung, oder ein Project zu einer wichtigen Anlage einreicht, wovon der Gegenſtand aber in der Regel von den Eleven ſelbſt gewählt wird. Hierbei zeigt ſich ein eigener Vorzug dieſer Prüfungen, oder vielmehr der Anſtalt ſelbſt, vor ähnlichen Anſtalten der Art.

Unter einer ſolchen eigenen Ausarbeitung wird nämlich in der Regel die Ausführung irgend einer n e u e n Idee verſtanden. Nur die ganz ſchwachen wagen es, Projecte nach wirklich realiſirten Muſtern einzureichen, wodurch ſie aber höchſtens den Ruhm des accuraten Copirens, oder einer ſchönen Zeichnung erhalten können: denn Anlagen ſo zu projectiren, wie ſie ſchon hundert mal projectirt und realiſirt ſind, beweiſt offenbar weder, daß man ſelbſt über die Sache nachgedacht habe, noch daß man darüber nachdenken könne, ſondern zeigt bloß, daß der Verfertiger der Ausarbeitung fremde Arbeiten kennen gelernt habe. Die meiſten Eleven legen ſtatt deſſen Projecte vor, in denen ſie ſich, mit mehrerem oder minderem Erfolg, bemühet haben, die gewöhnliche Methode zu verbeſſern. Eine ſinnreiche, wenn gleich ſchwer ausführbare, aber n e u e Idee, bringt dabei doch noch weit mehr Ehre, als das Nachahmen fremder Originale. Auch hierdurch geben

alſo die Eleven den Lehrern Gelegenheit, ſie ganz kennen zu lernen. Aber dieſe Leitung zum Nachdenken über mögliche neue verbeſſerte Methoden, hat auch den entſcheidendſten Einfluß auf die Ausführung der Baue ſelbſt. Gerade dieß iſt Urſache davon, daß faſt jede große Anlage auf eine neue noch nicht verſuchte Art ausgeführt, daß bei jedem neuen Bau nach neuen Verbeſſerungen geſtrebt wird, und daß man daher hier gar nicht von einer allgemeinen Methode, Anlagen einer Art auszuführen, ſprechen kann. Jede Schleuſe, jede Brücke, ja ſelbſt die einförmigſten aller Baue, weichen immer von einander ab, und ſind eben ſo viele Annäherungen, oder wenigſtens kräftige Bemühungen zur größten Vollkommenheit, zu welcher andere Nationen, bei denen es allgemein als nützlich anerkannte, wohlgeprüfte und oft ſogar zur Befolgung vorgeſchriebene Bau-Methoden gibt, ungleich langſamer und ſchwerer gelangen.

§. 35.

Im Sommer werden die Eleven, die ſich, nach der Ueberzeugung der Lehrer, zur Aufſicht über Baue qualificiren, in die Departements verſchickt, und daſelbſt unter einem Ingenieur, der den Bau leitet, angeſtellt, oder ihnen auch die Leitung der Baue ſelbſt überlaſſen. Der Zweck dabei iſt, theils ſie in der Anwendung der geſammleten Kenntniſſe zu üben, theils auch ſchon ſie wirklich zum Dienſt des Staats zu benutzen. Für die Zeit, die ſie bei dem Bau zubringen, werden ſie aber beſonders bezahlt. Die meiſten Eleven, die ein Paar Jahre auf der école des ponts et chaussées zugebracht haben, ſind mit allen Kenntniſſen ihres Faches ſo vollkommen ausgerüſtet, daß ſie auch ſchon mit Vortheil ſelbſt angeſtellt werden können, denn durch das Selbſt-Projectiren, und durchs Modelliren aller Art, wobei ſie nicht von Gelehrten, ſondern von tüchtigen Handwerkern Unterricht erhalten, lernen ſie ſchon auf der Ecole das Detail der Ausführung, faſt ſo genau als auf der Bauſtelle, kennen.

Bei der Anſtellung in den Departements zeigt ſich aber eine militairiſche Subordination, die nur dadurch gerechtfertiget werden kann, daß die Eleven für den ihnen unentgeltlich ertheilten Unterricht, dem Staate durchaus verpflichtet ſind. Sie werden nämlich, gleich viel ob mit oder ohne ihre Einwilligung, im Dienſt des Staats hingeſchickt, wo man es für gut findet. So kam z. B. im December 1803, als die Anſtalten zur Landung in England gemacht wurden, und der Hafen von Boulogne ſehr vergrößert werden ſollte, ganz unerwartet der Befehl an die Direction der Anſtalt, drei zu den Hafenbauen in Boulogne völlig qualificirte Eleven ſogleich dorthin zu ſchicken. Vielleicht 30 ſtatt 3 von den Eleven waren dazu tauglich; ohne aber irgend einen zu fragen, ob er das Geſchäft übernehmen wolle, wurden drei vom Directeur beſtimmt, und mußten,

innerhalb 48 Stunden, nach Boulogne abreiſen, obgleich gerade dieſe den Winter noch auf der Ecole zuzubringen wünſchten.

§. 36.

Die Organiſation des ganzen Corps der Ingenieurs des ponts et chaussées hat mit der der Bauofficianten in Preußen ſehr viele Aehnlichkeit. Eine ſogenannte Aſſemblee in Paris führt die Ober-Direction über die wichtigſten Baue im ganzen Staat, die von dieſen Ingenieurs ausgeführt werden, und prüft beſonders die Projecte zu neuen Anlagen. Ihre eigentlichen Mitglieder heißen Inspecteur général; außerdem nehmen aber auch noch mehrere ſich in Paris aufhaltende Ober-Ingenieurs an der Verſammlung der General-Inſpectoren Theil, welche wöchentlich einmal gehalten wird. Es kommt dabei oft zu ſehr lebhaften Debatten, die, beſonders unlängſt, über das Project zum Kanal von St. Quentin entſtanden, und wobei der erſte Conſul die Entſcheidung, da die Minorität der Ingenieurs ſich durchaus nicht beruhigen wollte, dem National-Inſtitut überlaſſen mußte, welches auch wirklich für die Minorität entſchied, deren Project jetzt ausgeführt wird, wie wir es im ſechsten Abſchnitt ausführlicher anzeigen werden.

Auf die General-Inſpectoren folgen die Ober-Ingenieurs (Ingénieurs en chef). Dieſe haben in der Regel einen beſtimmten Geſchäftskreis, entweder die Direction aller in gewiſſen Departements vorkommenden Baue, oder die Leitung einzelner, beſonders wichtiger Baue. In beiden Fällen liegt ihnen die ſpecielle Prüfung der, von den ihnen ſubordinirten Ingenieurs entworfenen Projecte zur Ausführung des Details, hauptſächlich ab. Ihnen iſt nämlich eine gewiſſe Anzahl Unter-Ingenieurs zugeordnet, die die einzelnen Baue projectiren, und bei der Ausführung die ſpecielle Aufſicht darüber führen. Die Entwürfe dieſer Unter-Ingenieurs gehen an die ihnen vorgeſetzten Ingénieurs en chef, und wenn ſie das bon pour être exécuté erhalten haben, je nachdem die Wichtigkeit des Gegenſtandes es fordert, entweder nach Paris an die Aſſemblee, oder ſie kommen gleich zur Ausführung. Zur Hülfe der Unter-Ingenieurs, oder auch zur Leitung minder wichtiger Baue, werden dann noch die Eleven der Ecole angeſetzt. So waren mit der Ausführung des Kanals von St. Quentin z. B. zwei Ober-Ingenieurs in St. Quentin und Cambray, vier Unter-Ingenieurs, und eine Menge Aufſeher beſchäftiget. So oft in dem Corps der Ingenieurs Plätze vakant werden, werden ſie mit Ingenieurs aus der zunächſt vorhergehenden Klaſſe, doch ohne Rückſicht auf Anciennität, beſetzt, und qualificirte Eleven an die Stelle der Ingenieurs genommen.

§. 37.

Bei Ausführung der Baue ſelbſt, zu denen faſt immer der Staat die Koſten hergibt,

macht man genaue ſpecielle Entwürfe, aber nicht immer ſpecielle Koſten-Anſchläge, weil man von der Unmöglichkeit, die Koſten genau vorher zu beſtimmen, überzeugt iſt, nur im Allgemeinen werden die Koſten vorher, oft aber abſichtlich ſehr niedrig, berechnet, weil der erforderliche Nachſchuß ſehr leicht zu erhalten ſeyn ſoll, wenn der Bau nur erſt ſeinen Anfang genommen hat.

Die Ausführung der Baue geſchieht bei großen Anlagen öfter auf Rechnung; bei kleinen dagegen auf Entrepriſe; auch bei den auf Rechnung ausgeführten Bauen, thut man einzelne unbeſtimmte Lieferungen an Unternehmer aus.

Als Fremder habe ich zwar nichts Näheres darüber erfahren können, aber doch verſchiedentlich deßhalb Klage führen gehört, daß zwiſchen den Unternehmern und Ingenieurs ſehr häufig ein nur zu gutes Vernehmen ſtatt finden ſoll, wodurch die außerordentliche Wohlfeilheit der dortigen Baue noch auffallender, und wodurch es noch mehr beſtätiget wird, daß ſie nur in der Zweckmäßigkeit und Kühnheit der Projecte ihren Grund habe.

Vierter Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe=Bemerkungen.

Aufenthalt in Paris.

Fortſetzung.

§. 38.

Im Anfange des erſten Abſchnittes habe ich bereits angezeigt, daß der fortdauernde Krieg zwiſchen England und Frankreich, und die Anſtalten zur Landung in England, mich nöthigten, vor der Bereiſung der franzöſiſchen Seeküſte, nach Paris zu gehen, um mir dort Päſſe zu jener Reiſe zu verſchaffen. Die Anſtalten zur Landung wurden mit jedem Tage erweitert, eine ſehr große Armee in der Gegend der Küſten zuſammengezogen, und kurz vor meiner Ankunft in Paris ein Verbot erlaſſen, nach welchem kein Fremder die Küſten beſuchen ſollte. Alle meine Bemühungen, die erwünſchten Päſſe zu erhalten, waren daher fruchtlos, und als ich einmal ſchon im Begriff war, nach Havre und Boulogne abzureiſen, auch ſchon Adreſſen an die dortigen Ingenieurs erhalten hatte, wurde meine Reiſe doch wieder hintertrieben. Ich erhielt nur die Erlaubniß, das Innere des Landes zu bereiſen. Dieſer Umſtand, der mich mißmüthig machen mußte, indem er es mir unmöglich machte, den ganzen Nutzen von meiner Reiſe zu ziehen; der Befehl, den ich aus meinem Vaterlande erhielt, zu einer beſtimmten Zeit dorthin zurück zu kehren; und zum Theil der Gedanke, daß eine ſo ſehr verſtümmelte Reiſe nicht der Mühe verlohne, ſondern daß es beſſer ſey, ſie lieber bis zu einer vielleicht günſtigeren Gelegenheit auszuſetzen, brachten mich zu dem Entſchluß, meinen Aufenthalt zu Paris zu verlängern, die dortigen Lehr=Anſtalten zur Erweiterung meiner Kenntniſſe zu benutzen, und bloß einige der intereſſanteſten Kanäle Frankreichs zu beſehen. Von dieſen Kanälen ſoll weiter unten meh=

reres angeführt werden; den gegenwärtigen Abſchnitt, ſey es mir erlaubt, der Beſchreibung derjenigen Anlagen zu widmen, die ich nicht ſelbſt ſehen konnte, ſondern von welchen ich nur, theils aus den Sammlungen der école polytechnique und école des ponts et chaussées, theils von mehreren angeſehenen Ingenieurs, deren Bekanntſchaft zu machen ich das Glück hatte, genaue Zeichnungen, Beſchreibungen oder Modelle erhielt. Zuvörderſt einiges von den neuen Bauen zu Havre. Mehrere jener Baue ſind in einem kleinen in Paris herausgekommenen Werke (Travaux maritimes du Departement de la Seine inférieure, Paris chez Goeury, Quai des Augustins. No. 49. (six Francs) mit 13 Platten ohne allen Text) in Kupfer geſtochen; allein dieſe Kupfer ſind theils höchſt undeutlich, theils, in den intereſſanteſten Stücken, unrichtig, oder wenigſtens von den detaillirten Zeichnungen abweichend, die ich aus den zuverläſſigſten Quellen in Paris erhalten habe, weßhalb ich es mir nicht erlauben darf, auf dieſes Werkchen zu verweiſen: *) dagegen glaube ich mich hier auf das, was Herr von Wiebeking im dritten Theil ſeiner allgemeinen Waſſerbaukunſt, S. 211. S. 258 und S. 398-424 über Havre bemerkt hat, beziehen zu dürfen. Von den einzelnen Bauwerken hat Herr von Wiebeking Zeichnungen mitzutheilen verſprochen, die Fortſetzung ſeines großen Werkes iſt aber bis jetzt unterblieben, und bei Bekanntmachung der Zeichnungen läßt ſich alſo vielleicht Herrn von Wiebekings Einwilligung erwarten; wenigſtens hoffe ich dadurch nicht den Argwohn zu erregen, als hätte ich die Abſicht haben können, Ihm im geringſten vorzugreifen.

§. 39.

Die zunehmenden Verſandungen eines ſo wichtigen Hafens als Havre de Grace für Frankreich iſt, zogen ſeit langer Zeit die Aufmerkſamkeit der Regierung auf ſich. Im Allgemeinen laſſen ſich zwei Hauptfehler dieſes Hafens annehmen. Der erſte ſind die vor demſelben in der See, und auch oberhalb, in der Seine-Mündung, liegenden Sandbänke, (oder Galet-Bänke) die von Jahr zu Jahr zunehmen, und überdieß auch durchaus keine feſte Stelle haben, ſo daß ſie den Schiffen ſchon dadurch höchſt gefährlich werden, und auch noch oberhalb Havre, den Strom ganz verſlächen, und die Schifffahrt, nach Rouen herauf, nur für ſehr kleine Gefäße geſtatten, obgleich der Strom weiter oberhalb der Mündung viel größere Schiffe tragen könnte. Das Gegeneinandertreffen der Seine mit dem ſehr heftigen Ebbe- und Flutſtrom, hat dieſe Verſandungen der

*) Außer den Anlagen von Havre kommen in der angeführten Kupferſammlung (travaux marit. etc.) auch noch einige von Dieppe vor, über deren Richtigkeit ich nicht urtheilen kann.

erſten Art veranlaßt, und es iſt auch nicht abzuſehen, wie dieſem Uebel, ohne ganz ungeheuere Koſten, abgeholfen werden ſoll. Der annehmlichſte Vorſchlag, bei dem wenigſtens ſicherer Erfolg, von den darauf zu verwendenden Koſten, zu erwarten iſt, ſcheint der mehrmals gemachte, längs der Seine-Mündung einen ſchiffbaren Kanal, parallel mit dem Fluß, auszugraben. So überſpannt ein ſolcher Vorſchlag klingt, ſo hört er doch auf es zu ſcheinen, wenn man die Wichtigkeit der Schifffahrt auf der Seine, und die entſchiedenen Vorzüge der Kanalſchifffahrt vor der Flußſchifffahrt überhaupt, beſonders aber vor einer ſo ſchwierigen, als die auf der Seine, in Betracht zieht. Die einſichtsvollſten franzöſiſchen Ingenieurs treten daher dieſem Vorſchlage noch immer durchaus bei. Ein zweiter, wiewohl leichter zu verbeſſernder Fehler von Havre iſt die Verſandung des Hafens ſelbſt, die hauptſächlich von den Kieſeln und Kalkſteinen herrührt, welche die See, an den hohen ſteilen Ufern, nordwärts der Seine-Mündung, abbricht, längs der Küſte fortrollt, und bei der Flut, oder Südweſt-Stürmen, in die Hafenſtraße führt. Einige aus Pfahlwerk zur Abhelfung dieſes Uebels an jenem Ufer gebauete Seebuhnen (die aber vielleicht auch nicht ganz zweckmäßig angelegt waren) hatten nur wenig Erfolg; ſo daß endlich am 2ten Februar 1787, das von mehreren Ingenieurs entworfene große Project zur Verbeſſerung des Hafens, und zur Erweiterung der Stadt Havre, von der damaligen Regierung angenommen, und auch gleich mit der Ausführung deſſelben vorgegangen wurde. Herr von Wiebeking hat dieſes Project näher geſchildert; ich begnüge mich anzuführen, daß es, der Hauptſache nach, in Ausgrabung einiger großen Baſſins in der Stadt Havre, und Abdämmung eines Theils der See, gleichfalls zu einem Baſſin, beſteht, welche Baſſins nachher alle zum Spühlen der Hafenmündung dienen ſollen, und (da ſie zuſammen etwa 100 Magdeburgiſche Morgen Oberfläche haben) bei der mittlern Höhe der Flut, von 20 bis 22 Pariſer Fuß, hoffentlich mehr als hinreichend ſeyn werden, um die Verflächungen wegzuſchaffen *). Die

*) Es wird hier der Ort ſeyn, ein Paar intereſſanter franzöſiſcher Abhandlungen über das Verſanden der Häfen Frankreichs, am Kanal und am Mittelländiſchen Meere, zu erwähnen. Die erſte Abhandlung führt den Titel: Mémoire sur les Côtes de la haute Normandie, comprises entre l'embouchure de la Seine, et celle de la Somme, considérées relativement au Galet, qui remplit les ports, situées dans cette partie de la Manche: par Lamblardie. Havre 1789. Herr Lamblardie, der ſich durch mehrere vortreffliche Anlagen in den Häfen am Kanal berühmt gemacht hat, erklärt in dieſer Schrift die Entſtehung der Kieſelſteine (galet) am Seeſtrande des Kanals, durch das Abbrechen der ſteilen Ufer (falaise), die aus Kalkbergen und Schichten von Kieſelſteinen beſtehen. Er zeigt näher, wie die See dieſe Steine herumrollt, abrundet und immer in den Buchten, und alſo beſonders auch in den Hafenſtraßen,

Anlagen ſind zwar noch nicht alle beendiget, ihre Wichtigkeit iſt aber ſo allgemein anerkannt, daß die ſeit 1787 geführten Kriege die Fortſetzung des Baues nur wenig unterbrochen haben.

---

abſetzen müſſe, und ſucht darauf, durch Beiſpiele von den Häfen am Kanal, darzuthun, daß Spülſchleuſen das einzige und beſte Mittel ſind, um dieſem Uebel abzuhelfen, d. h. um die Galet, die ſich anſetzen, immer gleich wieder wegzuſchaffen. An vortretenden Ecken kann die See nichts anſetzen, indem ſie hier die Galet erzeugt, und nach beiden Seiten der Ecken fortrollt; Herr Lamblardie ſchlägt daher vor, Havre ganz zu verlaſſen, und einen neuen Hafen bei Cap Antifer anzulegen, wobei man alle Spülſchleuſen würde entbehren können. Sollte die Hafenſtraße aber nicht auch hier mit der Zeit einigen, wenn auch ſchwächeren Verſandungen ausgeſetzt werden?

Eine zweite Schrift, die vorzüglich das Verſanden der Häfen am Mittelländiſchen Meere zum Gegenſtande hat, iſt Anno 1788 in Montpellier erſchienen, unter dem Titel: Recherches sur les ensablemens des Ports de Mer, et sur les moyens de les empêcher à l'avenir, particulièrement dans les ports de Languedoc. Par M. Mercadier, Montpellier 1788. Der Verfaſſer zeigt zuerſt, daß das Mittelländiſche Meer eine Ebbe und Flut habe, bei welcher die Höhe des Waſſers um einen bis 3 Fuß in jeder Flutzeit wechſelt. Außerdem hat das Meer aber noch einen, wenn gleich langſamen, ſo doch ſehr bedeutenden, ununterbrochenen Küſtenſtrom, der an der afrikaniſchen Seite von Gibraltar bis nach dem ſchwarzen Meere geht, ſich dort wendet, an der europäiſchen Seite von Oſten nach Weſten zurückkehrt, und ſich wieder bis Gibraltar hinzieht. Kleine Einbuchten ändern den Zug des Stroms nicht, aber in große geht er hinein. Man bemerkt ihn z. B. im Adriatiſchen Meere ſehr deutlich, indem er hier, auf der Oſtſeite, bis Venedig, und dann, an Italien, wieder bis Sicilien zurückgeht. Dieſer Strom führt ſehr vielen Sand mit, und ſetzt ihn allenthalben, wo er ſtilles Waſſer antrifft, ab. Die Verſandungen der meiſten dortigen Häfen rühren hauptſächlich von dieſem Küſten-Strom und weniger von den durch die Flüſſe ins Meer geführten Sinkſtoffen her. Einzelne Einbaue (Buhnen) und eben ſo auch frei ins Meer gebauete Hafendämme, verſanden daher an beiden Seiten, beſonders in den Ecken, wo ſie mit ihrer Wurzel ans Ufer anſchließen. Verlängerung der Hafendämme, iſt folglich nur ein Palliativ-Mittel, das viel koſtet, die Hafen-Einfahrt aber höchſtens auf eine kurze Zeit tief erhält.

Ein Fluß, der ſich ins Meer ergießt, wirkt wie ein Einbau, indem er den Küſtenſtrom etwas vom Ufer ablenkt, und unterhalb der Mündung, (Taf. XXVI. Fig. 1.) bei φ, ſtehendes Waſſer erzeugt, in welchem, wenn der Fluß bedeutend ſtark iſt, gewöhnlich Verſandung entſteht, die allmählig zunimmt, und, wenn ſie den Küſtenſtrom weit genug abgelenkt hat, mit der Zeit auch oberhalb in ψ Verſandung erzeugt. Vereinigen ſich zwei Ströme unter einem Winkel α, und bezeichnet man die Querprofile dieſer Ströme durch P, p, die Geſchwindigkeiten durch V, v, und die ſpecifiſchen Schweren des Waſſers durch Q, q; ſo ſind die gleichzeitig abfließenden Waſſermengen P.V, und p.v, folglich die Quantitäten der Bewegung beider Ströme

§. 40.

Eine der merkwürdigſten jener Anlagen iſt die Mauer, durch welche man der See ein Baſſin (Bassin de la Floride) von 40 Morgen abgewonnen hat. Dieſe Mauer iſt zwi-

---

$P.V \times V.Q = P.V.^2 Q$ und $p.v \times v.q = p.v.^2 q$. drückt man $P.V.^2 Q$ und $p.v.^2 q$ durch zwei Linien aus, ſetzt dieſe unter einem Winkel α zuſammen, und vollendet das Parallelogramm der Kräfte, ſo wird die Diagonale deſſelben ſowohl die Richtung, als die Quantität der Bewegung des vereinigten Stroms ausdrücken, und das Quadrat der letzten (nach bekannten trigonometriſchen Lehrſätzen) $= (p.v.^2 q)^2 + (P.V.^2 Q)^2 \pm 2.p.v.^2 q.P.V.^2 Q.\cos\alpha = K^2$ ſeyn. Stimmt die Richtung des vereinigten Flußbettes mit dieſer Richtung nicht überein, ſondern macht damit einen Winkel β, ſo äußert ſich die Bewegung $K.\sin\beta$ bloß durch den Druck auf die Ufer, und der vereinigte Strom behält nur die Bewegung $K.\cos\beta$ bei. Kennt man dieſe, ſo ergibt ſich aus der ſpecifiſchen Schwere des gemiſchten Waſſers (die $= \frac{P.V.Q + p.v.q.}{P.V. + p.v.}$ iſt) und aus dem gemeinſchaftlichen Profil, ſehr leicht, die mittlere Geſchwindigkeit, oder umgekehrt, aus der Geſchwindigkeit das Profil. Fällt ein Strom ins Meer, ſo iſt ſein Profil gegen das des Meeres als unendlich kleiner anzuſehen, er wird daher von dem Meer-Strom allmählig umgelenkt, bis er deſſen Richtung annimmt. Die Geſchwindigkeiten der einzelnen Waſſerfäden des Meerſtroms laſſen ſich als gleich annehmen, der Fluß wird alſo in gleichen Zeiten, von gleich vielen Waſſerfäden angegriffen, und erhält von jedem einen gleichen Zuwachs ſeiner Quantität der Bewegung nach der Richtung des Meerſtroms, er wird folglich eine Parabel $\mu u w$ beſchreiben. Kennt man dieſe Parabel, ſo iſt es leicht auszumitteln, ob das an jeder Stelle, zwiſchen λ und w, abfließende Waſſer (nämlich die ganze Waſſermaſſe des Fluſſes und der Theil des Meerſtroms von der Breite λ w) in φ eine Verſandung zulaſſe, oder nicht, welche, wenn ſie ſich erzeugen kann, zu immer zunehmender Verſchlechterung der Hafen-Einfahrt beiträgt. Das einzige und beſte Mittel, die Verſandungen in und vor den Häfen zu verhüten, iſt folglich (da die Flut im Mittelländiſchen Meere zu ſchwach iſt, um von Spülſchleuſen einen günſtigen Erfolg erwarten zu laſſen) einen Fluß durch den Hafen zu leiten, der ſtark genug ſeyn muß, um das Eintreten des trüben Flußwaſſers zu verhüten, der aber auch nicht ſo ſtark ſeyn darf, daß er unterhalb, vor der Mündung, ſtille ſtehendes Waſſer erzeugen, und Sand anhägern könne. Hat man einen ſolchen Strom, und kennt auch die paraboliſche Richtung, nach der er im Meerwaſſer abfließen wird, ſo muß man ihm in dieſer Richtung eine Bahn ausbaggern, die er dann völlig offen erhalten wird. Iſt die Richtung der Bahn aber verfehlt, ſo wird er das Bette an den Seiten derſelben abbrechen, und dadurch die Bahn ſelbſt verſchlemmen.

Bei vielen Häfen entſteht die Verſandung zum Theil durch den vom Winde bewegten Flugſand; gegen dieſe iſt Bepflanzung und Fixirung der Sandplatten das einzige wirkſame Mittel. So weit Herr Mercardier: im Allgemeinen ſind ſeine Schlüſſe und Beweiſe zwar nicht von der Art, daß man ihm unbedingt beitreten könnte; ſo läßt ſich z. B. die Richtung des Abfluſſes nach einer Parabel nicht annehmen, weil ſchon das Wegdrängen der erſten Waſſerfä-

ſchen dicht aneinander eingeſchlagenen Pfählen, auf einen liegenden Roſt, ohne Fangedamm, ganz im Trocknen gebauet. Die Stelle, wo ſie gebauet werden ſollte, lief bei der Ebbe trocken ab; dieß benutzte man, und grub im Sommer, bei anhaltend günſtiger Witterung, das Fundament aus, indem dabei, ohne Rückſicht auf Tag oder Nacht, bei jeder Ebbezeit, mit der größten Thätigkeit gearbeitet wurde. Man fuhr in eben der Art fort, die erſten Schichten der Mauer aus Quaderſteinen zu legen, und führte die Mauer glücklich in einem Jahre, in der Mitte aus rohen Bruchſteinen, an den Außenſeiten aus den ſchönſten Quaderſteinen von Grund aus, zur erforderlichen Höhe auf. Als Mörtel wurde dabei ordinairer (franzöſiſcher) Cement-Mörtel, aus Kalk und zerſtoßenen Ziegeln angewendet, und nur die äußern Fugen verſtrich man mit wirklichem Puzzolan-Mörtel. Die Mauer hat ſich ſeitdem vorzüglich gut conſervirt, ſo wie dieſe Bauart überhaupt auch mit Recht als die ſolideſte aller Arten von Hafendämmen gerühmt wird. Schade nur, daß die Möglichkeit ſie auszuführen, eine Höhe der ordinairen Flut, wie die bei Havre, vorausſetzt. Im Sommer 1803 war man dort noch mit dem Bau der Schleuſen und der Einfaſſung der in der Satdt gelegenen Baſſins beſchäftiget.

§. 41.

Die Schleuſen erhalten 40 Pariſer Fuß Weite, indem der Hafen nur für Kauffahrteiſchiffe und Fregatten beſtimmt iſt. Die beiden merkwürdigſten, auch bereits ausgeführten unter denſelben, ſind die Spülſchleuſe am Baſſin de la Barre, und die Schleuſe zur Verbindung des alten Baſſins, mit dem Baſſin d'Ingouville. Erſtere iſt auf Taf. IX. Fig. 76. im Grundriß abgebildet. Fig. 77. ſtellt ihren Längendurchſchnitt durch die Mitte, und Taf. X. Fig. 78. die Hälfte des Querprofils, durch die Drehbrücke genommen, dar. In Fig. 76. iſt jedoch nur die Hälfte auf der linken Seite vollſtändig,

---

den des Küſtenſtroms, einen Aufſtau und mehrere Geſchwindigkeit erzeugen, alſo auch die Quantität der Bewegung der folgenden (vom Ufer entfernteren) Waſſerfäden ſehr vermehren muß. Stürme, die den Zug des Meeres ändern, machen die ganze Theorie durchaus unanwendbar, u. ſ. w. Auf der andern Seite iſt es aber einleuchtend, daß allenthalben, wo man einem Strom ein Bette baggern will, die zu wählende Richtung nichts weniger als gleichgültig iſt, und daß eine einzige Richtung die vortheilhafteſte, oder der Verſandung weniger als jede andere ausgeſetzt iſt; dieſe Richtung würde aber wohl zwiſchen die Parabel und das Ufer unterhalb des Zuſammenfluſſes fallen. Bei der außerordentlich ſtarken Verſandung der franzöſiſchen Häfen am Mittelländiſchen Meere, die die Hydrotekten oft genöthiget hat, zum Baggern ihre Zuflucht zu nehmen, mußte die Schrift des Herrn Mercardier daher für die dortige Gegend äußerſt intereſſant ſeyn, weßhalb ſie auch in Montpellier einen Preis erhalten haben ſoll.

oder ſo gezeichnet, wie die Schleuſe, von oben geſehen, erſcheinen würde, dahingegen in der rechtſeitigen Hälfte die Schleuſenmauer größtentheils abgetragen, und in der untern Ecke ſogar die Bohlen oder der Belag des Roſtes, abgenommen gedacht werden müſſen. Die ganze Schleuſe dient eigentlich dazu, das Baſſin de la Barre, wenn die Flut hineingetreten geweſen iſt, zur Zeit der Ebbe gefüllt zu erhalten, nicht bloß weil die Schiffe ſonſt auf den Grund kommen würden, ſondern oft auch, um das Waſſer plötzlich in den Vorhafen abzulaſſen. Außer der großen, unten 36, oben 42 Fuß weiten Mittelöfnung, durch welche die Schiffe durchfahren, hat die Schleuſe daher, an jeder Seite, einen 12 Fuß weiten Kanal zum Spülen der Hafenſtraße erhalten.

Die Mittelöfnung wird mit ein Paar Stemmthoren geſchloſſen, die ſich bei eintretender Ebbe ſchließen, und nur zur Zeit der Flut, oder wenn das Baſſin ſo weit abgelaſſen iſt, daß das Waſſer in demſelben nicht höher ſteht, als im Vorhafen, öfnen laſſen. Die beiden Seiten-Oefnungen werden dagegen jede mit einem Drehthor, und, der Sicherheit wegen, da Drehthore überdieß auch nie recht dicht halten, mit einem großen ſtehenden Schützbrett geſchloſſen. Was die Conſtruction der Schleuſe anbetrifft, ſo iſt ſie, des ungewöhnlich hohen Waſſerdruckes von 20 bis 23 Fuß unerachtet, ohne Spundwände aufgeführt, und bloß auf einen liegenden Roſt gegründet. Um aber das Durchſickern des Waſſers längs den Roſtſchwellen zu verhüten, oder doch zu erſchweren, ſind dieſe Schwellen, wie Fig. 76. zeigt, ſchräg gelegt, und ſo übereinander geblattet, daß die Oberkanten aller Schwellen genau gleich hoch liegen. Bei der Bebohlung des Roſtes hat man gleichfalls die Planken theilweiſe, nach verſchiedener Richtung, aber alle ſchräg gegen die Mittellinie der Schleuſe geſtreckt. Ueber den Planken liegen nun zuerſt, oberhalb der Thore zwei, und unterhalb derſelben drei Schichten regulär behauener Quaderſteine, die nicht nur im genaueſten Verbande, und ſo, daß keine zwei Fugen aufeinander treffen, vermauert ſind, ſondern wovon man auch noch einige Reihen der oberſten Schicht in die untere eingelaſſen hat, damit auch hier kein Durchſickern des Waſſers zwiſchen den Steinen ſtatt finden könne; und zugleich dem Verſchieben der Steine, wenn es durch den Druck der Thore gegen den Drempel veranlaßt werden könnte, vorgebeugt würde.

Die ganze obere Steinſchicht iſt ſo behauen, daß ſie, unter ſämtlichen drei Oefnungen, von einer Mauer zur andern, ein verkehrtes gerades Gewölbe bildet: an den beiden Enden der Oefnungen ſind die Steine des Bodens außerdem auch noch zu einem horizontalen geraden Gewölbe geformt, das die Bodenſteine gleichſam einſchließt, wie die Zeichnungen dieß deutlicher machen werden. Die genaue Betrachtung der Zeichnungen zeigt überhaupt, bis ins kleinſte Detail der Schleuſe, die ſorgfältigſte Auswahl der zweckmäßigſten Methode.

Auf die unteren Boden-Schichten folgen nun die Schleuſenmauern ſelbſt, die in der Mitte aus rohen Bruchſteinen, an den Außenſeiten aus Quaderſteinen in Cement-Mörtel aufgeführt, und oben mit Quaderſteinen belegt ſind. Die beiden Seiten-Kanäle zum Spülen ſind überwölbt, und oberhalb, wo der Schleuſenſtrom in die Schleuſe tritt, nach der Krümmungslinie eines gleich dicken elaſtiſchen Stabes (courbe élastique) geformet, weil man durch eine ſolche Form die Geſtalt des zuſammengezogenen Strahls zu erhalten, und folglich den Spülſtrom zu verſtärken glaubte. Gleich auf dieſe Abrundung folgen ein Paar Einſchnitte der Mauer a a, die zum Abdämmen der Schleuſe dienen. Unterhalb der Einſchnitte befindet ſich das ſehr große Schützbret, das bei b b zwiſchen gefalzten, in der Mauer befeſtigten hölzernen Pfoſten aufgezogen und herabgelaſſen wird. In Taf. XIII. Fig. 95. a iſt dieſes Schützbret in der Vorderanſicht, Fig. 95. b im vertikalen Durchſchnitt, und Fig. 97. a im Grundriß abgebildet, ſo daß ſeine Conſtruction aus den Zeichnungen hinreichend wird entnommen werden können, und hier nur noch auf ein, in dieſem großen Schützbret angebrachtes kleines Schützbret aufmerkſam zu machen iſt, mittelſt deſſen das Baſſin ganz allmählig abgelaſſen werden kann.

Das Drehthor, welches gleich unterhalb des vertikalen Schützbretes ſteht, iſt Taf. XIII. Fig. 96. a in der Vorder-Anſicht, Fig. 96. b in der Anſicht von der ſchmalen Seite, Fig. 97. b in der Anſicht von oben, und Fig. 97. c im Horizontal-Durchſchnitt nach der Linie a b abgebildet. Zum Verſchließen deſſelben dient, wie gewöhnlich, ein vertikal ſtehender Drehpfoſten, deſſen Horizontal-Durchſchnitt ein an der einen ſchmalen Seite abgerundetes Oblong bildet, und der mittelſt eines andern dagegen geſtemmten Balkens, mit ſeiner flachen Seite, vor den längern Arm des Drehthors gepreßt werden kann. Die Conſtruction des Drehthores, das ſich unten in einer metallenen Pfanne bewegt, und, da es den plötzlichſten heftigſten Erſchütterungen ausgeſetzt iſt, ſehr ſolide gearbeitet und ſehr ſtark verſtrebt, auch mit Eiſen beſchlagen werden mußte, wird weiter keiner beſonderen Erläuterung bedürfen. Bei dieſem, ſo wie bei dem oben beſchriebenen großen Schützbret, findet man die horizontalen Querriegel oben viel weiter von einander entfernt angebracht, als unten, wovon der Grund ſogleich angegeben werden ſoll.

§. 42.

Weit merkwürdiger, als dieß alles, iſt die Einrichtung und Zuſammenſetzung der großen Stemmthore, die bei ihrer Größe, und bei dem entſetzlichen Druck, offenbar eine äußerſt ſolide Conſtruction erhalten mußten. Taf. XIII. Fig. 93. a zeigt die Anſicht eines Thorflügels von der Seite des Oberwaſſers, Fig. 93. c von der Seite des Unterwaſſers, Fig. 93. b den Vertikal-Durchſchnitt durch das Thor, Fig. 94. a den

Horizontal-Durchſchnitt nach der Linie A B, und Fig. 94. b die Anſicht von oben. Zuvörderſt fällt es auch bei dieſem Thore auf, daß die Querriegel nicht, wie ſonſt gewöhnlich, in gleicher Entfernung von einander, ſondern nach unten hin, wo der Waſſerdruck ſtärker wird, ungleich näher an einander angebracht ſind, als oben, wie die Natur der Sache es aber offenbar erfordert. Die Größe des Thores machte hier eine ſehr ſtarke Verſtrebung nöthig, bei welcher aber die Riegel durchaus nicht geſchwächt werden durften. Man ließ daher nicht wie ſonſt ein Strebeband von der Stärke der Riegel über dieſe zur Hälfte überblatten, und im Thore von unten bis oben durchgehen, ſondern brachte nur eine lange Strebe, von der halben Stärke der Riegel, und zwiſchen jeden zwei Riegeln noch eine kurze Strebe an, die beide oben und unten in die Riegel mit einer Verſatzung eingelaſſen, aber nicht verzapft wurden: und ſelbſt dieſe Verſatzung wurde ſo angebracht, daß der Riegel dadurch nur an den vier ſcharfen Ecken ausgeſchnitten werden durfte, und in der Mitte völlig ungeſchwächt blieb; auch die lange Strebe wurde da, wo ſie am Riegel vorbei ging, bis zur Dicke der Bohlenbekleidung des Thores, oder bis zu 3 Zoll Stärke ausgeſchnitten. In Taf. XII. Fig. 92. d iſt die perſpektiviſche Anſicht von einem Stück eines Riegels, und Fig. 92. c der Durchſchnitt durch den Riegel, an der Stelle, wo die Streben darin verſetzt ſind, beſonders abgebildet. Man wird hieraus hoffentlich ſchon verſtehen, was unter der ſchräge angebrachten Verſatzung, und darunter gemeint wurde, daß der Riegel nur an den Ecken ausgeſchnitten werde. Fig. 92. b zeigt ein Stück der langen, an der Außenſeite des Thores von oben bis unten heraufgehenden Strebe, und Fig. 92. a, die eine kurze, auf der Binnenſeite, zwiſchen je zwei Riegeln angebrachte Strebe, die mittelſt ein Paar ſtarker Schraubenbolzen mit der längern Strebe verbunden wird, wie die Betrachtung der Figuren auf Taf. XIII dieß vielleicht deutlicher machen wird, indem darin die Verſtrebung im Ganzen zu ſehen, und in Fig. 93. b die Verſatzung der Streben in den Riegeln, durch punctirte Linien angedeutet iſt. Man ſieht leicht, daß durch dieſe Conſtruction die Riegel nicht nur faſt ganz ungeſchwächt bleiben, und im Gegentheil noch durch die Streben zuſammengepreßt, alſo auch vor dem Aufreißen geſichert werden, ſondern daß dadurch auch eine ſehr tüchtige Verſtrebung des Thores ſelbſt erhalten wird. Außerdem hat man dabei aber noch den ganz beſondern Vortheil, nicht, wie bei allen gewöhnlichen Verſtrebungen, beſorgen zu dürfen, daß die Riegel ſich zuſammen drücken, den Streben Platz machen und die Thore ſich dadurch ſetzen würden. Das Zuſammendrücken an ſich iſt zwar unvermeidlich, und bei gewöhnlichen Schleuſenthoren pflegt man ſich daher damit zu helfen, daß man das Thor anfangs nicht genau winkelrecht, ſondern ſo abbindet, daß es erſt winkelrecht wird, wenn es ſich etwas geſetzt hat. Dieß iſt aber eine eben ſo mühſame, als unſichere Methode, deren

man bei den Thoren der Schleuſe zu Havre, gar nicht bedurfte; hier ſind nämlich die äußere und die inneren Streben ſo angebracht, daß ſie ſich in der Mitte des Thores nicht völlig berühren; ſobald ſich alſo die Streben etwas in die Riegel eindrücken, darf man ſie nur ſtärker zuſammenſchrauben, wodurch ſie auf der ſchrägen Verſatzung mehr nach der Mitte des Riegels zu gleiten genöthiget werden, und dadurch alſo den, durch das Zuſammendrücken der Riegel an der Länge der Strebung erlittenen Verluſt, leicht wieder erſetzen.

Außerdem hat man den Thoren, durch die ſchräg liegende Bebohlung, und durch zwei, auf jeder Seite, an der obern Ecke α und der untern Ecke β, angeſchraubte eiſerne Schienen, die vollkommenſte Strebung zu geben geſucht, aber demungeachtet doch noch zur Unterſtützung der Thore, unter dem Anſchlagpfoſten metallene Rollen angebracht, die auf eiſernen in den Bodenſteinen der Schleuſe befeſtigten Schienen laufen. In den Thoren ſind kleine Schützen angebracht, die mittelſt einer gezahnten eiſernen Stange, und des in Fig. 93. a b c und Fig. 94. b angedeuteten Räderwerks aufgezogen werden. Eine gemeine Kurbel dient zum Aufziehen dieſer Schützen, indem ein an der Kurbelwelle angebrachtes Getriebe in ein großes eiſernes Stirnrad, und das an der Stirnradswelle angebrachte Getriebe in die Zähne der Schützſtange eingreift. Die nähere Einrichtung des Gerüſtes, worin ſich dieß Räderwerk befindet; die Conſtruction des längs jedem Thorflügel angebrachten eiſernen Geländers, und die Einrichtung der kleinen eiſernen Treppe oder Leiter, auf welcher man, von der Schleuſe, am Drehpfoſten des Thores, nach dem obern Thorriegel herabſteigt, werden aus Fig. 93. und 94. leicht zu entnehmen ſeyn *). Die Halsbänder der Thore ſind in Taf. X. Fig. 79. abgebildet, verdienen aber, ſo wenig als die Pfannen unter den Drehpfoſten, eine beſondere Beſchreibung, da ſie mit den von Belidor beſchriebenen Halsbändern und Pfannen ſehr übereinkommen. Der Drempel der Schleuſe zu Havre iſt ganz von Quaderſteinen angefertiget, und, wie der Grundriß Taf. IX. Fig. 76. und Taf. X. Fig. 79. zeigt, liegend gewölbt, ſo daß die convexe Seite des Gewölbes dem Druck der Thore entgegenwirkt. Obgleich dieſer Drempel aus den ſchönſten harten Sandſteinen beſteht, ſo befürchtete man doch, daß beim Zuſammenſchlagen der Thore leicht irgend ein zwiſchen das Thor und den Drempel gekommenes Steinchen, Stücke aus den Drempelſteinen herausſprengen könnte. Um dieß zu verhüten, hat man vorn, auf dem Drempel, da wo die Thore gerade anſchla-

*) Die hier beſchriebene Conſtruction der Thore iſt jetzt in Frankreich allgemein als höchſt zweckmäßig anerkannt, und wird daher auch, mit kleinen Abänderungen, bei den neueſten Schleuſenbauen befolgt.

gen, einen Balken a b b eingelaſſen, und nach Fig. 79. mit metallenen Klammern und Bolzen x y an den Drempelſteinen befeſtiget.

§. 43.

Ueber die Schleuſe geht eine große doppelte Drehbrücke, deren Conſtruction aus der Längen-Anſicht der Schleuſe Taf. IX. Fig. 77. und aus dem Durchſchnitt Taf. X. Fig. 78. zu erſehen iſt. Der Deutlichkeit wegen iſt dieſe Brücke, auf Taf. XI. nach größerem Maaßſtabe, und zwar Fig. 82. in der Längen-Anſicht, und Fig. 84. im Querdurchſchnitt durch die Mitte, beſonders abgebildet, woraus ihre Conſtruction deutlicher hervorgeht: ſie iſt in der Mitte um einen eiſernen Zapfen beweglich, und ruht hier zugleich auf zwei Rollen, wie die Fig. 83. (Taf. XI.) dieß näher zeigt. Der Zapfen iſt tief in die Schleuſenmauer eingelaſſen, und durch ſtarke horizontale durch den Zapfen durchgeſteckte eiſerne Stangen befeſtiget; ſein oberes abgerundetes Ende iſt mit einer metallenen Hülſe umgeben, und auf dieſer ruht die in den unterſten Querbalken der Brücke eingelaſſene und angeſchraubte ſtählerne Pfanne, um welche die Brücke ſich eigentlich dreht. In Fig. 82. 83. und 84. ſieht man zugleich die beiden, unter dem mittelſten Querbalken der Brücke angebrachten metallenen Rollen y y, die offenbar, beim Drehen der Brücke, auf der Schleuſenmauer, in Kreisbogen um den oben beſchriebenen Zapfen herumlaufen müſſen. Merkwürdig iſt beſonders auch das eiſerne Geländer dieſer Brücke, das den ganzen 50 Fuß langen Brückenbalken die nöthige Steifigkeit gibt, indem es ein auf die Brückenbalken aufgeſetztes Hängewerk bildet, wie Fig. 82. zeigt. Das landſeitige Ende der Brücke iſt, wenn ſie über die Schleuſe gedreht ſteht, unter einen ſtark befeſtigten Stein z untergeſchoben, und der überhängende Theil wird durch zwei Streben M N unterſtützt: welche Streben, oben und unten, durch einen Riegel verbunden ſind, wovon der obere nach Fig. 82. an der Brücke feſt, und das Strebewerk um dieſen Riegel beweglich iſt. Soll nun die Brücke geöfnet, d. h. für die Landpaſſage geſperrt werden, ſo wird zuerſt das landſeitige kürzere, aber jedesmal ſchwerere Ende der Brücke, durch Anziehung der Schrauben x x etwas gehoben, die untergeſteckt geweſenen Klötze r werden folglich gelüftet, hierauf das Ende der Brücke, durch gegenſeitiges Umdrehen der Schrauben, wieder herabgelaſſen, alſo das Strebewerk M N gelüftet, und nun in die Höhe gewunden, ſo daß es mit dem untern Riegel an die Hauptbrückenbalken anſtößt: dann wird die Brücke, an der Landſeite, durch Umdrehung der Schrauben x x, noch etwas herabgelaſſen, (bis ſie auf den an dieſem Ende angebrachten, in den Figuren nicht ſichtbaren Rollen ruht) und nun endlich um den Mittelzapfen gedreht, ſo daß ſie nicht im allergeringſten mehr über die Schleuſenmauer vorſteht. Beim Schließen der Brücke dreht man ſie zu-

rück, läßt die Streben M N herab, hebt das landſeitige Ende der Brücke durch die Schrauben x x in die Höhe, ſteckt nun ſtarke hölzerne Klötze r unter, und lüftet dann die Schrauben wieder, damit die Brücke nicht auf den Schrauben ruhe. Die Brücke iſt oben, in der Mitte und an den beiden Seiten, mit Bohlen, nach der Quere, belegt; zwiſchen den Seitenerhöhungen und der Mitte ſind aber auch noch mehrere eiſerne Schienen, dicht an einander, auf die Brücke genagelt, auf welchen die Räder der herüberfahrenden Wagen laufen. Träten die Pferde auf dieſe Schienen, ſo würden ſie ſehr unſicher gehen; bedenkt man aber, daß in Frankreich der größte Theil aller Wagen mit einem Pferde beſpannt iſt, und daß ſelbſt bei Laſtwagen, die mehrere Pferde erfordern, dieſe in einer Reihe hinter einander geſpannt werden, alſo immer auf der Mitte der Brücke gehen, ſo wird man die hier beſchriebene Einrichtung des Belages der Brücke gewiß höchſt zweckmäßig finden.

§. 44.

Außer den Thoren und der Brücke, verdienen beſonders auch der **Vorheerd** (avant-radier) und der **Abſchußboden** der Schleuſe, ihrer ſinnreichen Einrichtung wegen, genau gekannt zu werden. Man hat es nämlich nöthig gefunden, zur Verhütung des Unterſpülens der Schleuſe, beſonders da ſie den entſetzlich heftigen Spülſtrom aufnimmt, vor und hinter dem ſteinernen Boden, einen hölzernen Boden, auf gerammten Pfählen, zu befeſtigen, und auch die ganze Schleuſe, mit dicht aneinander eingerammten viereckigen Pfählen, zu umgeben. Der Vorheerd, oder der hölzerne Boden oberhalb der Schleuſe, beſteht, nach Taf. IX. Fig. 76. aus zwei Reihen Pfählen, die in der einen Reihe 22 Fuß, in der andern 15 Fuß lang, aber in beiden dicht aneinander eingerammt ſind: außerdem ſtehen vier Reihen Pfähle von 15 Fuß Länge, zwiſchen jenen zwei Reihen. Die erſte Reihe iſt, nach Taf. XII. Fig. 88..b, die einen Durchſchnitt des Vorheerds im vergrößerten Maaßſtabe darſtellt, mit Knaggen verſehen, auf welchen eine Schwelle ruht; auf den andern Pfahlreihen ſind aber die Schwellen wie gewöhnlich aufgezapft. Vor der letzten Reihe dicht aneinander gerammter Pfähle iſt auch noch eine ſiebente Reihe Pfähle eingeſchlagen, die eine zur Hälfte ausgefalzte Schwelle trägt, ſo wie endlich auch eine eben ſolche, und zugleich noch eine ordinaire Schwelle, auf den erſten Steinſchichten des Schleuſenbodens eingelaſſen und befeſtiget ſind. Auf dieſen neun Schwellen iſt nun ein Belag von ſtarken, dicht an einander gefugten Planken, feſt angenagelt, und zwiſchen den Planken ſind, in acht Fuß Entfernung von einander, Querbalken Zangen) auf die Schwellen aufgekämmt, die den ganzen Vorheerd zuſammenhalten. Fig 86. iſt ein Theil vom Grundriß des Vorheerdes, Fig. 87. ein Durchſchnitt durch denſelben, nach der Quere der Schleuſe, und zwar dicht am Schleuſenboden ge-

nommen, Fig. 88. a aber ein Querſchnitt des Vorheerdes (nach der Länge der Schleuſe) durch eine Zange, und Fig. 88. b ein eben ſolcher Querſchnitt, durch eine Planke, oder durch den Zwiſchenraum zwiſchen den Zangen, genommen. In Hinſicht auf Fig. 86. iſt nur noch zu erinnern, daß die in den Schwellen gezeichneten ſchrägen Kreuze die Stelle der eingerammten Pfähle angeben. Bei einer tüchtigen Ausſtampfung mit Lehm, die in Frankreich durchgehends ſehr gut ausgeführt wird, mußte dieſer Vorheerd an ſich ſchon dem Waſſer undurchdringlich ſeyn, es kam alſo nur noch darauf an, ihn recht ſolide und dicht mit dem ſteinernen Schleuſenboden zu verbinden. Dieß iſt durch eine freilich etwas künſtliche, aber auch außerordentlich ſinnreiche Conſtruction bewirkt, die Taf. XII. Fig. 89. bis 91. im Detail darſtellen. Die Zangen des Vorheerdes A A ſind nämlich auf die Schwellen B C aufgekämmt, und mit eiſernen Bolzen daran befeſtiget, an der erſten Schwelle E, die auf dem Steinboden G liegt, mit einem ſchwalbenſchwanzförmigen Kamm verſehen, und auf die zweite gefalzte Schwelle F, bloß aufgeblattet, wie Fig. 89. die eine Zange A A umgekehrt darſtellt, Fig. 90. ein Theil des Grundriſſes dieſer Verbindung ohne Zange, und Fig. 91. der Längen-Durchſchnitt der Verbindung, dieß alles näher zeigen. Die dicht gerammten Pfähle D D, und der Vorheerd überhaupt, können ſich bei dieſer Zuſammenfügung offenbar von dem Steinboden nicht im geringſten entfernen, ohne die Schwelle E mitzuziehen; dieſe iſt nun mit F, durch eiſerne Schienen und Bolzen, ganz feſt verbunden. F wird aber an der obern Steinlage E E durch ſtarke durchgeſteckte, oben über dem Vorheerd mit Muttern verſehene Schraubenbolzen h h feſt gehalten, ſo daß dadurch nicht nur das Ausweichen des Vorheerdes verhütet, ſondern derſelbe auch ganz eigentlich an den Steinboden dicht angeſchraubt wird: denn wenn die dicht eingerammten Pfähle D D, auch wirklich nicht genau an die Steine E anſchließen ſollten, ſo kann doch der ganze Belag des Vorheerdes, mittelſt der Schrauben h h, offenbar ſo feſt an die Steine G angepreßt werden, daß keine Unterſpülung zu beſorgen iſt; beſonders da die Bolzen h h gerade durch das Ende der Zangen A A durchgeſteckt ſind, und mittelſt der obern Schrauben-Mutter alſo die Zangen mit dem ganzen Belag, feſt an G angedrückt werden. Jede Empfehlung dieſer ſinnreichen Einrichtung könnte leicht einen Argwohn dagegen verrathen, daß ſie ſich ſelbſt hinreichend empfehlen werde.

Der Abſchußboden (arrier-radier) oder der hölzerne Boden dicht unterhalb der Schleuſe, iſt eben ſo conſtruirt, aber nach Taf. IX Fig. 76. und 77. länger als der Vorheerd gebauet, und mit mehreren Pfahlreihen verſehen.

§. 45.

Die zweite nicht weniger intereſſante Schleuſe zu Havre, iſt die Verbindungs-Schleuſe

zwiſchen dem alten Baſſin und dem Baſſin d'Ingouville. Ihre Bauart kommt aber im Weſentlichen mit der der eben beſchriebenen Schleuſe überein; doch hat ſie nur eine mit Stemmthoren geſchloſſene Oefnung zum Durchlaſſen der Schiffe. Taf. X. Fig. 80. zeigt den Durchſchnitt durch die Hälfte der Schleuſe, und beſtätiget die Uebereinſtimmung der Bauart dieſer Schleuſe mit der vorigen. Vorzüglich merkwürdig iſt dabei die über die Schleuſen-Oefnung angebrachte, von Herrn Lamblardie erfundene Brücke, für deren ſeltſame Conſtruction es noch keinen deutſchen Namen gibt; ſie wird in Frankreich, ſehr uneigentlich, pont à bascule genannt. Taf. XI. Fig. 85. zeigt den Grundriß, und Taf. X. Fig. 80. den Längendurchſchnitt der halben Brücke, ſo wie Fig. 81. Taf. X. (unten) den Querdurchſchnitt durch die Mitte oder dicht an dem Auflager der Brücke. Fünf ſtarke Brückenbalken A A, mit untergezogenen etwas ſchwächeren Balken B B, und darüber ſieben ordinaire Querbalken c c, ſo wie am Vorder- und Hinter-Ende an jedem ein ſtarker Querbalken D und E, machen die weſentlichſten Theile der Brücke aus. Sie ruhen in der Mitte auf einem Cirkelſector I K, in deſſen Centro ſich der Schwerpunct der Brücke befindet; und deſſen Peripherie I K auf der Mauer F G, hinrollt, wenn die Brücke geöfnet, oder mit dem Ende E herabgelaſſen wird, wobei das Ende dann offenbar eine Cycloide mit verlängertem Radius (cycloide prolongée) beſchreibt. Eine, auf jeder Seite des Sectors, bei F G angebrachte gezahnte eiſerne Stange, deren Zähne in paſſende Vertiefungen des Sectors eingreifen, dient dazu, die Bewegung deſſelben zu reguliren. In der Zeichnung Fig. 80. iſt die Brücke geſchloſſen vorgeſtellt; die Brükkenbalken ruhen dabei, um den Sector I K L nicht zu ſehr zu beſchweren, auf der Mauer H. Das Vorderende der Brücke wird durch die Streben y z getragen. Dieſe Streben ſind bey x in einer metallenen Pfanne beweglich, mittelſt eiſerner Bänder a b an die Brückenbalken angehängt, und ſtemmen ſich, wenn die Brücke geſchloſſen iſt, mit ihrem Querriegel y, gegen den Querbalken der Brücke e. Das Hinterende der Brücke ruht unterdeſſen mit dem Balken E, auf der Verſtrebung T V, die in T gleichfalls um eine metallene Pfanne beweglich iſt. Zum Aufziehen der Brücke dient ein in dem Brückenhäuschen g g, angebrachtes Räderwerk (Taf. XI Fig. 85.), das aus einer Kurbel h h mit Getriebe, einem Stirnrad nebſt Getriebe, und noch einem Stirnrade beſteht, an deſſen Welle ſich eine Walze i i befindet, auf die das an dem Brückenbalken E befeſtigte Tau gewickelt wird, welches von hier, über i i, über die Rolle P, über die Trißze N, nach O geht. Soll nun die Brücke aufgezogen werden, ſo wird die Walze i i vorgerückt, die Kurbel etwas gedreht, und dadurch die Brücke in D ein wenig gehoben, dann wird die Strebung V T, mittelſt des eiſernen Schwengels T W, in die mit punctirten Linien angedeutete Lage zurück-, oder an die Mauer U angelehnt, und nun die Kurbel h h, nach

der andern Seite fortwährend gedreht, ſo daß ſich das Tau auf die Walze aufwickelt, und dadurch das Ende E der Brücke, nach Q herabzieht, wodurch die Brücke ſowohl als die vordere Verſtrebung Y Z in die mit punctirten Linien angedeutete Lage kommen. Durchs Umdrehen der Kurbel nach der andern Seite, wird die Brücke wieder geſchloſſen. Beides ſoll mit unglaublicher Leichtigkeit geſchehen. Zur Verbindung der beiden Hälften der Brücke dient ein vorn bei d angebrachter Ueberwurf.

Was die übrige Conſtruction der Schleuſe anbetrifft, ſo iſt ſie mit der vorigen ganz übereinſtimmend, auch zum Theil aus den Zeichnungen erſichtlich, und daher nur noch darauf aufmerkſam zu machen, daß die landſeitige Mauer, welche die Vertiefung zum Herablaſſen der Brücke einſchließt, auf einen höher liegenden gewöhnlichen liegenden Roſt gegründet iſt.

§. 46.

Die Beſchreibung der gepflaſterten Schiffbrücke von Rouen, die beſonders auch dadurch merkwürdig wird, daß ſie mit jeder Ebbe und Flut ſteigt und fällt, und von welcher Brücke ſich ein ſehr hübſches Modell in der ausgebreiteten Modellſammlung des Conservatoire des Arts in Paris (Rue St. Martin) befindet, übergehe ich hier ganz, weil ich nicht ſicher erfahren konnte, ob dieſe Brücke wirklich mit dem Modell genau übereinſtimmt. Statt deſſen mögen hier zuerſt einige andere Anlagen beſchrieben werden, wozu die Data theils aus jener Modellſammlung, theils aus den Sammlungen der Ecole de ponts et chaussées entnommen ſind.

Dahin gehört zuvörderſt eine Vorrichtung zur Verminderung der Reibung, die vor den gewöhnlichen Reibungsrollen ſicher noch den Vorzug verdient, aber nur da anwendbar iſt, wo ein Rad bald rechts bald links gedreht wird. In Taf. XVII. Fig. 111. bedeutet a den eiſernen Zapfen dieſes Rades, d d e einen auf ſeinem Centro e ruhenden Cirkelſector, und b c ein Paar Rollen zur Verminderung der Seiten-Reibung. Beim Umdrehen des Zapfens a wird offenbar der Sektor d d e auf ſeiner Schärfe e herumbewegt, und es iſt weiter kein Widerſtand zu überwältigen, als die unbedeutende Reibung an dieſer Schärfe, und an den Seitenrollen b und c. Wenn aber der Sector nach einer Seite überhängt, ſo kommt noch deſſen Ueberwucht hinzu, und verurſacht einen neuen beſonders zu überwältigenden Widerſtand. Um auch dieſen zu vermeiden, dürfte man nur einen in Fig. 111. durch punctirte Linien angedeuteten Ring anbringen, bei welchem jeder Bogen genau ſo viel wöge, als ein eben ſo großer Bogen des Sectors, ſo daß der Ring und Sector dann, in jeder ihnen ertheilten Lage, inſofern ſie in e unterſtützt wären, im Gleichgewicht bleiben müßten.

§. 47.

Eine Vorrichtung zum Aufziehen der Schützbreter bei Schleuſen oder Frei-Archen, die auf der école des ponts et chaussées als vorzüglich zweckmäßig gerühmt wurde, iſt Taf. XVII. Fig. 112. abgebildet.

Es iſt leicht einzuſehen, daß das an der gezahnten Stange BC befeſtigte Schützbret, durch Auf- und Nieder-Bewegung des Hebels A, aufgezogen wird; indem nämlich A heruntergedrückt wird, und ſich um o dreht, drückt das Gewicht D den Haken d an die Stange BC an, und dieſe wird gehoben; indem man aber A wieder heraufhebt, drückt das Gewicht E, mittelſt des um l beweglichen Winkelhebels Ele, die Stange eki, die in einer Oehſe k läuft, an die Stange BC, jene greift in dieſer ihre Zähne ein, und hält die Stange BC mit dem Schützbret auf ihrer Höhe feſt, bis ſie durch wiederholte Auf- und Nieder-Bewegung von A, aufs neue gehoben wird. Um das Schützbret wieder herabzulaſſen, muß man die Stangen Dd und Ee durch Vorſteckbolzen, oder auf irgend eine andere Art, feſt, und ſo ſtellen, daß ſie nicht in die Zähne von BC eingreifen können, worauf das Schützbret dann, durch ſeine Schwere, wieder herabfällt.

Vergleicht man dieſe Einrichtung mit der bei den Schleuſen des Holſteiniſchen Kanals angebrachten und in Taf. XVII Fig. 113. abgebildeten, ſo möchte der Vorzug wohl unbedenklich der letzteren eingeräumt werden; indem dieſe nicht nur ungleich einfacher iſt, ſondern auch noch den Vortheil gewährt, daß man die Haken h und i zurückſchlagen, und dann das Schützbret, mittelſt des Hakens e, herabdrücken kann, um die Oeffnung deſto ſicherer zu ſchließen. Soll das Schützbret aufgezogen werden, ſo wird der Haken e zurückgeſchlagen, mittelſt eines vorgeſteckten Nagels, von der auf beiden Seiten gezahnten Stange CD entfernt gehalten, und das Ende A des um a beweglichen, auf einem hölzernen Geſtelle angebrachten Hebels AB auf und nieder bewegt, ſo daß der Sperrhaken a die Stange nicht herabſinken läßt, während A gehoben wird, und der Haken d ſie hebt, während A herabgedrückt wird.

§. 48.

Unter mehreren verſchiedenen Gattungen Wagebrücken, von denen ſich in der Sammlung der école des ponts et chaussées eine Menge Modelle befinden, führe ich nur eine äußerſt einfache an, die in Taf. XVII. Fig. 114. abgebildet iſt. Der Zweck dieſer Art Brücken iſt bekanntlich, beladene Wagen, mit ihrer Ladung, indem ſie auf die Brücke fahren, ſogleich zu wiegen, ohne ſie abzuladen.

Die Brücke ab hängt zu dem Ende, in i und i, an zwei Winkelhebeln, die in k und l um ſtarke Bolzen beweglich, und jeder mit einem langen eiſernen Arm kF und

l G verſehen ſind, an deren Enden ſich ſtarke Gewichte F und G befinden: da i k F und i l G rechte Winkel machen, ſo ſieht man leicht, daß eine ſehr kleine Belaſtung der Brücke a b, die Arme i F und i G, etwas von ihrer vertikalen Lage entfernen werde; die Laſt müßte aber unendlich groß ſeyn, um i l und i k in eine völlig vertikale, oder k F und l G in eine völlig horizontale Lage zu bringen. Die verſchiedenen Zwiſchen-Grade der Neigung von k F und l G, beſtimmen alſo, mittelſt eines angebrachten Gradmeſſers, das Gewicht, welches auf a b ruhet; dieß kann, nach Abzug des Gewichts der unbeladenen Brücke an ſich, auf dem Gradmeſſer ein für allemal in Zahlen angedeutet ſeyn. Zieht man dann alſo das früher ausgemittelte Gewicht des Wagens ab, ſo wird das Gewicht der Ladung mit ziemlicher Genauigkeit, und zwar außerordentlich ſchnell beſtimmt. Uebrigens verſteht es ſich von ſelbſt, daß die Hebel i k und i l nur wenige Zolle lang ſeyn müſſen, damit die Wagebrücke a b in keinem Fall mehr als ein Paar Zoll herabgedrückt werde, und der Wagen, mittelſt der an beiden Seiten angebrachten Appareillen bequem herüberfahren könne.

§. 49.

Auf denſelben Grundſätzen als dieſe Einrichtung, beruht der auf Taf. XVII., in der 115ten Figur abgebildete Krahn, bei welchem die aufzutritzende Laſt, während des Tritzens, zugleich gewogen werden kann. Der Krahn ruhet auf einem Kreuzfuße a b c, von deſſen Schwellen a c und b vier Streben a d, b d, c d (die vierte Strebe wird durch b d verdeckt) nach dem mittelſten oder Hauptpfoſten e e, der bis zu den Schwellen a c und b herabreicht, geführt ſind. In der Mitte dieſer Streben geht ein horizontaler Ring k k k, um den ganzen Kreuzfuß herum, auf welchem Ringe der bewegliche Theil des Krahns, mittelſt der Rollen i i, ruht. Dieſer bewegliche Theil dreht ſich eigentlich um den, auf dem Hauptpfoſten e e, bei g, angebrachten Zapfen, und trägt hinten, theils das Tretrad M N, theils einen um f beweglichen Hebel h f l, an deſſen unterem Ende ein Gewicht P P, und in der Mitte ein gezahnter eiſerner Halbkreis m m n, angebracht iſt. Die Laſt Q hängt an der Rolle p, durch welche ein Tau von h über die Rolle t gezogen, und von p, über die Rollen s und r, nach der am Tretrade angebrachten Windewelle r w geführt iſt. Offenbar wird alſo die Hälfte der Laſt, (nach Abzug der Reibung und Steifigkeit der Seile) wenn der Krahn ſtille ſteht, von der Welle des Tretrades, und die andere Hälfte, von dem Ende h des Hebels h f l getragen, ſo daß die Neigung dieſes Hebels, wie bei der oben beſchriebenen Wagebrücke, das Gewicht der Laſt Q angibt. Der Kreis m m n iſt zu dem Ende in Grade getheilt, und jeder Grad beſtimmt, mit Hülfe einer beſondern Tabelle, ſogleich das ganze Gewicht von Q, mit vieler Ge-

nauigkeit, beſonders wenn die zu jedem Gewicht gehörige Anzahl Grade, durch Verſuche ausgemittelt iſt. Will man eine Laſt heben, ohne ſie zu wiegen, oder dem beim Wiegen unvermeidlichen Schwanken des Hebels h f l nicht ausgeſetzt ſeyn, ſo darf man nur den Sperrhaken o in den gezahnten eiſernen Halbkreis m m n eingreifen laſſen, wodurch der Hebel in ſeiner jedesmaligen Lage feſtgehalten wird.

§. 50.

In der zuvor angeführten Modellſammlung (Conservatoire des Arts) befindet ſich unter andern auch das Modell einer Maſchine, die durch den einfachen Druck eines Hebels, aus untergelegtem ſtarken Drath, oder ganz dünnem Stabeiſen, die Taf. XVII. Fig. 116. und 117. im Grundriß und in der Seiten-Anſicht abgebildete Kette anfertiget. Bei jedem Niederdrücken des Hebels wird nämlich der Drath weiter in die Maſchine gezogen, in der erforderlichen Länge abgeſchnitten, und zu einem Ketten-Gelenk umgebogen, welches in das vorher gefertigte eingreift, ſo daß am andern Ende der Maſchine die ganz fertige zuſammenhängende Kette hervorkommt. Dieſe Kette hat den Vorzug, daß ſie ſich vorzüglich gut flach anlegt, und daher, bei nicht ſehr großen Laſten, ſtatt der gewöhnlichen ſehr koſtbaren Ketten, die ſo wie die Uhrketten aus Platten und Bolzen zuſammengeſetzt ſind, z. B. bei kleinen Pumpwerken, zum Aufwickeln auf die Krummhölzer der Balanciers, mit Nutzen gebraucht werden kann.

§. 51.

Eine andere gleichfalls ſehr zweckmäßige Maſchinerie iſt die ganz einfache, in Taf. XVII. Fig. 118. und 119. abgebildete Vorrichtung zur Bewegung einer Kurbel. Es iſt bekannt, daß Arbeiter ihre Kraft am vortheilhafteſten äußern können, wenn ſie bloß nach vertikaler Richtung ziehen oder heben. Um durch dieſe Art ihrer Kraftäußerung ohne Hülfe eines Schwungrades eine drehende Bewegung zu erhalten, hat man an der in beiden Figuren mit denſelben Buchſtaben bezeichneten zu drehenden Welle A, eine doppelte Kurbel c b d angebracht, und dieſe durch zwei Stangen b g und d h, mit dem um k beweglichen Balancier m k n verbunden. Durch die Enden des Balancier kann man, bei m und n, Handbäume durchſtecken, und Menſchen daran, wie bei Feuerſpritzen drücken und heben laſſen, oder man kann auch den Balancier hoch anbringen, und an ſeinen Enden Stricke befeſtigen, an welchen die Arbeiter, wie bei einer Ramme, bloß vertikal ziehen *). Es iſt nun leicht einzuſehen, daß, wenn das eine Ende des Ba-

*) Nähere Angaben über die Vorzüglichkeit dieſer Anwendungs-Art der Menſchenkräfte findet man in der Herren D. Gilly und J. A. Eytelwein praktiſcher Anweiſung zur Waſſerbaukunſt. Heft II. §. 68. und §. 90.

Cas

lancier ſteigt, und die eine Kurbel bis zur höchſten Höhe hebt, das andere, den andern Kurbelbug, bis in die niedrigſte Lage herabzieht, wodurch die Maſchine einen, wenn auch nur ganz kleinen Schwung bekommt, und die Kurbeln alſo etwas über den höchſten und niedrigſten Standpunct fortrücken. Wird dann das gehobene Ende des Balancier herunter bewegt, ſo zieht es die Kurbel offenbar wieder herunter, und zwar dreht ſie ſich dabei, da ſie über ihren höchſten Standpunct vorgerückt war, nach derſelben Seite weiter, und ſetzt alſo ihre Bewegung fort, die nun, beim fortwährenden Steigen und Sinken des Balancier, durch den zunehmenden Schwung immer ſicherer und gleichförmiger wird. Mit Hülfe dieſer Vorrichtung wird eine im Conservatoire des Arts ſtehende ſehr hübſche Spinnmaſchine in Bewegung geſetzt. Es bedarf keiner Erwähnung der entſchiedenen Vorzüge, die ſie vor der gewöhnlichen Methode hat, bei welcher die Bewegung der Kurbel durch eine einzige daran befeſtigte Lenkſtange hervorgebracht wird.

§. 52.

Unter einer Menge anderer zum Theil ſehr intereſſanter Modelle, erwähne ich bloß noch einer von M. Pitrou erfundenen Schiffs- und Spül-Schleuſe, die zwar nicht realiſirt, aber ihrer ſinnreichen Einrichtung wegen doch merkwürdig iſt, und wovon ſich ein Modell, eine Zeichnung, und eine detaillirte Beſchreibung, bei der école des ponts et chaussées befinden. Taf. XVII. Fig. 120. ſtellt den Grundriß dieſer Schleuſe dar, und zeigt, daß die Schleuſe eine mittlere Oefnung zum Durchlaſſen der Schiffe, von 30 Fuß Breite, und zwei Seitenkanäle, jeder von ſieben Fuß Breite haben ſoll. Jedes Thor beſteht aus zwei gleich großen, unter einem Winkel von 120° feſt zuſammen verbundenen Flügeln, AC und BC, und iſt um die im Scheitel des Winkels angebrachte ſtehende Welle C beweglich. Der Hals dieſer Welle wird von einem Balken QE gehalten, der durch mehrere eiſerne Schienen an den Schleuſenmauern BD befeſtiget iſt. Sind die Thore in der Fig. 120. dargeſtellten Lage, ſo daß das Waſſer von der Hafenſeite gegen beide Hälften der Thore drückt, ſo ſtehen dieſe ſo lange im Gleichgewicht, als die in den Thoren angebrachten Schützen geſchloſſen ſind, und das Waſſer kann im Hafen zu jeder beliebigen Höhe erhalten werden, wenn es gleich draußen (im Meer) ganz niedrig ſteht. Umgekehrt können die Thore in derſelben Lage auch das Flutwaſſer vom Hafen ganz abhalten, weil die beiden Flügel jedes Thores, auch gegen den Druck von der Meerſeite, immer im Gleichgewicht bleiben.

Will man das Waſſer frei in den Hafen oder ins Baſſin treten laſſen, ſo bringt man die Thore in die Lage DCB, in der ſie dann, da das Waſſer gleich ſtark auf beide Hälften drückt, im Gleichgewicht ſind, und ruhig ſtehen bleiben. Soll mit dem hohen Waſſer

geſpült werden, ſo muß man die Thore bei der höchſten Flut in die Lage ACB drehen, und dann, bei der Ebbe, die Schützen in den Flügeln II öfnen, wodurch der Druck auf I überwiegend, und der Flügel I nach EC bewegt wird, ſo daß die Thore die Lage ECB annehmen, bei welcher der Spülſtrom im Mittelkanal zuſammengehalten wird, und alſo ungeſchwächt, mit ſeiner ganzen Kraft, zur Reinigung der Hafenſtraße wirken kann. Soll das Spülen wieder plötzlich unterbrochen, und der Spülſtrom angehalten werden, ſo ſchließt man die Schützen in den Flügeln II, und öfnet die kleinen Thore x y, welche an die Klötze h anſchlagen, den mittleren Strom dadurch zum Theil hemmen, aber die Seitenſtröme durch die Kanäle P O offenbar verſtärken, und folglich auch einen größern Druck auf die Hälften II in BC, als auf I in CE erzeugen, wodurch BC nach DC, und CE nach CA gedreht wird, in welcher Lage beide Thore, wenn ſie zuſammen treffen, ſtehen bleiben (indem der Druck auf beide Flügel hier gleich ſtark iſt) und ſo den Spülſtrom ganz hemmen. Die Hauptſchwierigkeit iſt dabei, die Klappen x y ganz zugleich zu öfnen, weil der Zweck nur erreicht wird, wenn beide Thore ganz zu gleicher Zeit in die Lage BCA kommen.

Hat man die Thore in der Lage ECB gelaſſen, und das Baſſin ganz leer geſpült, ſo wird das Anſchwellen des Meeres bei der Flut die Thore von ſelbſt ſchließen; nur muß das Schützbret in II dann ſo eingerichtet ſeyn, daß es ſich von ſelbſt öfnet, wenn der Druck von der Seite I, und ſchließt, wenn der Druck von der andern Seite überwiegend iſt. Die Durchfluß-Oefnung des Kanals STV iſt nämlich viel größer, als die Schützöfnung im Flügel II, der ſich jetzt in EB befindet, das Schützbret öfnet ſich alſo zwar, allein das Waſſer ſtauet ſich im Raum ECBD doch etwas an, drückt gegen die Hälfte I in EC ſtärker als gegen II in CB, und dreht I nach ck, wo der heftige Strom des durch die Mittelöfnung der Schleuſe eintretenden Waſſers, dieſe Hälfte dann bis nach Cb ſtößt. Hier ſchließt ſich das Schützbret des Flügels II, der ſich nun in CE befindet, der Druck auf I in CB iſt aber noch überwiegend, und ſo fährt das Thor fort, ſich zu drehen, bis es in die Lage ACB gekommen iſt, und, indem es mit dem andern Thor in A zuſammentrifft, die Schleuſe ganz geſperrt hat. Fällt das Außenwaſſer jetzt unter das Binnenwaſſer, ſo öfnet ſich das Schützbret in II, und das Thor kommt, durch den größern Druck auf I, in die Lage ECB, bei welcher das eintretende Waſſer es wieder verſchließen kann. Will man nicht ſpülen, ſo dient die Schleuſe folglich, wie ein gewöhnliches Entwäſſerungs-Siel mit Drehthoren, und erfüllt alſo zu gleicher Zeit die Dienſte einer Entwäſſerungs- Spül- und Schiffs-Schleuſe: alles beruht dabei aber auf der freilich etwas ſchwer zu erfüllenden Vorausſetzung, daß die Thore ſehr genau gearbeitet, auch ſehr leicht ſeyn, und ſich vorzüglich

äußerſt leicht drehen laſſen müſſen: ſchwerlich würde allen Vorausſetzungen in der Ausführung ſo vollkommen genügt werden können, als es nöthig iſt, wenn die Maſchine ihren Zweck erfüllen ſoll; die Idee dazu bleibt aber immer bewunderungswürdig, und läßt ſich vielleicht, wenn nicht ganz, ſo doch theilweiſe, mit einigen Abänderungen benutzen.

§. 53.

Zum Schluß dieſes Abſchnittes mögen hier, ehe ich zu den Beſchreibungen einiger Kanäle Frankreichs übergehe, die ich ſelbſt genau kennen zu lernen das Glück hatte, noch einige Nachrichten von andern gleichfalls ſehr merkwürdigen Kanal-Anlagen eine Stelle finden.

Der größte aller franzöſiſchen Kanäle würde der ſeyn, welchen man von Strasburg aus dem Rhein über Beſançon nach der Saone ziehen will, und zu welchem ſchon mehrere Vorarbeiten gemacht ſind, das Project iſt indeſſen zu coloſſal, als daß man jetzt, da noch andere nicht viel geringere Anlagen im Werke ſind, zu ſeiner Ausführung ſchreiten könnte.

Der Kanal von Bourgogne, der von Dijon aus der Saone, nach Jogny in die Yonne gehen ſollte, und wovon Perronet in ſeinem vortrefflichen Werke über den Brückenbau ſehr intereſſante und ſpecielle Nachrichten mittheilt, iſt angefangen, aber, vieler Koſten und der großen Schwierigkeiten wegen, die ſeiner Vollendung entgegen ſtanden, nicht vollendet *); doch ſcheint man den Vorſatz, ihn wieder fortzuſetzen, nicht ganz aufgegeben zu haben; wenigſtens hat die Akademie der Wiſſenſchaften und Künſte zu Dijon, nur noch in dieſem Jahre 1806, die Frage: „welche Vortheile der Kanal „von Bourgogne vor allen andern gewährt?“ zum Gegenſtand einer Preis-Aufgabe gewählt.

§. 54.

Statt des Kanals von Bourgogne iſt der Canal du Charollois oder Canal du Centre, unter Direction des Mr. Gauthey, jetzigen Inspecteur général des ponts et chaussées, angelegt, und im Jahre 1786. vollendet. Er iſt von Chalons aus der

*) Es iſt ſehr auffallend, daß dieſer Kanal auf der neuen hydrographiſchen Karte von Frankreich (Tableau géographique de la Navigation intérieure du territoire de l'Empire françois. 1805. Paris chez Charles Dieu, Rue St. Jacques No. 265.) als völlig vollendet angedeutet iſt. Ueberhaupt iſt dieſe Karte nicht ganz zuverläſſig, und mit einer zahlloſen Menge Projecte angefüllt, die den Raum einnehmen, an deren Ausführung allein wohl ſicher nicht ſo leicht Jemand in Frankreich im Ernſt denket.

Saone, nach Digoin, und hier in die Loire geführt, und verbindet alſo mittelſt der Loire und Rhone, das Atlantiſche mit dem Mittelländiſchen Meere. Er ſoll größtentheils durch guten Lehmboden gehen, und hat daher, nach dem Taf. XIV. durch Fig. 100. vorgeſtellten Profil, bei 30 Fuß unterer Breite, und 5 Fuß Tiefe, nur einfüßig doſſirte Ufer, und 40 Fuß Breite auf der Oberfläche erhalten dürfen. Er iſt beſonders ſeiner ſchönen und vorzüglich zweckmäßig eingerichteten Schleuſen wegen merkwürdig. Es iſt bekannt, daß die Schleuſen des Kanals du Midi äußerſt leicht gebauet und ohne Roſte gegründet ſind. Die Schleuſen von Havre geben ein Beiſpiel von ſehr großen, gleichfalls ohne Pfahlroſte aufgeführten Schleuſen; die des Kanals du Centre können aber mit Recht als ein Muſter von kühner und daher wohlfeiler Schleuſenbauart aufgeſtellt werden.

Taf. XIV. Fig. 102. iſt eine dieſer Schleuſen (ohne die Thore) im Grundriß, Fig. 101. im Längendurchſchnitt, und Fig. 98, 99, 103 und 104, der Deutlichkeit wegen, in vier verſchiedenen Querdurchſchnitten, abgebildet. Jede der Schleuſen dieſes Kanals iſt 100 Pariſer Fuß zwiſchen den Thoren lang, 16 Fuß im Lichten breit, und hat acht Fuß Gefälle. Die ganze Schleuſe iſt theils von Quaderſteinen, theils von rohen Bruchſteinen, in gemeinem Cement-Mörtel, mit verkehrt gewölbtem Boden, ohne alle Pfähle oder Spundpfähle aufgeführt. Alle zur Verhütung des Durchſickerns oder Unterſpülens getroffenen Vorkehrungen beſtehen dabei

1) in einem ſehr tüchtigen feſten Lehmſchlag, ſowohl unterhalb und oberhalb, als rund um die ganze Schleuſe: in den Profilzeichnungen iſt dieſer durch eine beſondere Schattirung unterſchieden, und mit dem Worte Corroy bezeichnet;

2) in einem tief liegenden Mauerwerk unter den beiden Häuptern, welches die Stelle der ſonſt bei Schleuſen gewöhnlichen Spundwände erſetzt, daher auch mur de batardeau genannt wird, und hier mit ψ bezeichnet iſt;

3) in einer zwiſchen den geſchnittenen Quaderſteinen und rohen Bruchſteinen in dem Mauerwerk ſelbſt angebrachten, einen Fuß dicken Schicht Steine in ächten Puzzolan-Mörtel gelegt, die mitten in den Mauern, nach der ganzen Länge der Schleuſe, durchgeht, und in den Zeichnungen durch etwas dunklere Schattirung angedeutet iſt. Die Drempel der Schleuſen ſind ganz von Stein und auch ohne die oben im §. 42. beſchriebenen hölzernen Anſchlagſchwellen aufgeführt: ſie ragen dabei nur neun Zoll vor, oder haben neun Zoll Anſchlag. Der Schleuſenboden iſt ganz gemauert, aber nur drei Fuß dick, und dabei noch neun Zoll tief, flach verkehrt gewölbt, ſo daß er in der Mitte eigentlich nur zwei Fuß drei Zoll Dicke behält. Am Anfange und Ende der Schleuſen ſind

die Bodenſteine, nach Art eines ſcheitrechten Gewölbes, wie bei der Schleuſe von Havre, gelegt. Die Mauern ſind nicht abgetreppet, ſondern gemäß Fig. 99, nach oben verjüngt, vorne von geſchnittenen, im Innern von rohen Bruchſteinen aufgeführt, und dabei oben vier Fuß, unten 8 Fuß ſtark, und $15\frac{1}{2}$ Fuß hoch. Beſonders ſeltſam iſt auch die Art, wie die Schleuſenkammer hier gefüllt und ausgeleert wird. Man läßt nämlich das Waſſer durch röhrenförmige Kanäle, von 2 Fuß Durchmeſſer, um die Thore herum, durch die Schleuſenmauern fließen, wie die Zeichnungen dieß näher ausweiſen: bei dem Oberthor iſt die untere Ausmündung dieſer Kanäle, in einem großen Gewölbe unter dem Fallboden angebracht, wodurch der Vortheil erhalten wird, daß das Waſſer aus der großen Oefnung des Gewölbes, alſo ziemlich ruhig, in die Schleuſenkammer tritt, und die Schiffe folglich bis ganz dicht am Fallboden liegen können, ſo daß ein Theil der Länge der Schleuſe erſpart wird; indeſſen iſt mit dieſer Methode offenbar auch eine große Schwächung des Fallbodens verbunden, weßhalb man ſie, bei den weiter unten zu beſchreibenden Schleuſen der Kanäle de St. Quentin und de *Picardie*, abgeändert, und verbeſſert hat. Die Leitungsröhren des Waſſers werden, mittelſt des in Taf. XIV. Fig. 103. angedeuteten runden hölzernen Stöpſels, geſchloſſen, der durch den Druck des Waſſers genau in ſeine Oefnung gepreßt, und durch einen langen um a beweglichen Hebel bac, dem Druck des Waſſers entgegen, aufgewuchtet wird. Man ſieht leicht, daß die Röhren auf dieſe Art äußerſt dicht verſchloſſen werden können, ſo wie ſie auf der andern Seite auch, bei der großen Länge des Hebels bc, durch einen Stoß auf deſſen Ende b, ſehr leicht plötzlich geöfnet werden können, und die Kammer dann äußerſt ſchnell anfüllen ſollen. Ueberhaupt haben dieſe Schleuſen ſich, wie man mir verſicherte, ſeit ihrer Erbauung (alſo ſeit 10 Jahren) ganz vorzüglich gut erhalten, und ihre Conſtruction hat ſich als durchaus zweckmäßig bewährt. Einige Bemerkungen über dieſe Conſtruction im Allgemeinen erſpare ich für den VIten Abſchnitt.

§. 55.

Ein anderer kleiner Kanal, der Kanal de Givors (von welchem ich aber keine genauen Nachrichten oder Zeichnungen habe erhalten können) iſt unlängſt bei Lion gezogen, um den Steinkohlentransport nach Lion, beſonders zum Bedarf der dortigen Fabriquen, zu erleichtern. Er hat mehrere Schleuſen von 15 Fuß Breite, deren Thore ſich um eine horizontale im Schleuſenboden angebrachte Axe drehen, und, wie Klappen einer Zugbrücke, mittelſt ordentlicher auf den Schleuſenmauern angebrachter Gerüſte und Zugruthen aufgezogen, oder in die im Schleuſenboden angebrachten Vertiefungen niedergelaſſen werden können. Taf. XVII. Fig. 122. ſtellt den ungefähren Grundriß und Fig. 121.

den Längendurchſchnitt einer dieſer Schleuſen dar. Die Einrichtung derſelben iſt aus den Figuren leicht zu entnehmen, und hier nur noch zu bemerken, daß die Schleuſen, im Verhältniß ihrer Breite, zur Erſparung des Raums auf der Kupfertafel, nicht lang genug gezeichnet ſind. Bei Gelegenheit dieſes Kanals habe ich auch noch eines waſſerfeſten Kitts zu erwähnen, der bei demſelben, mit vielem Vortheil, ſtatt des Puzzolan-Mörtels, zum Verſtreichen der Steinfugen, angewendet ſeyn ſoll. Es wird vielleicht am beſten ſeyn, hier das Memoire über dieſen Kitt wörtlich mitzutheilen, wie ich es von einem angeſehenen Ingenieur erhalten.

Es lautet ſo: Je dois Mr., vous observer, que le mastic froid, dont je vous envoye la recette, ne sert qu'à fermer hermetiquement les jointes des pierres à 8 lignes de profondeur, et que le reste est garni avec le ciment généralement connu, et composé avec la thuile pilée et la chaux. L'humidité étant un obstacle, à ce que le mastic froid s'attache fortement à la pierre, nous attendons pour l'employer, que le mur soit sec; et voici, à cet égard, nos précautions.

Lorsque nous reconstruisons les paraments de nos murs en pierres de taille, non seulement nous garnisons le vide des joints dans toute la profondeur, avec le ciment ordinaire, mais encore nous faisons les joints à l'exterieur avec le même ciment bien frotté et lissé à sa truelle. Une année après, que le ciment du joint à l'extérieur soit dégradé ou non, nous lui substituons, à la surface extérieur, à 8 lignes de profondeur, le mastic froid; alors le mur étant sec, il ne rejets par les joints aucune humidité, ce qui arrive lorsqu'il y a de l'humidité.

Vous verrez Mr. dans la recette que le mastic convient plus particulièrement à la pierre calcaire. Souvent une feuille à la surface cède à la force du mastic, qui, composé avec des mordants très forts, et ayant une tendance à se serrer en vieillissant, n'abandonne jamais la pierre, et la force au contraire à ceder, si par la nature elle en est susceptible.

Au reste, avant d'en venir à une usage général dans vos travaux, vous ne manquerez pas d'en faire des petites essais.

RECETTE

d'une mastic employé dans les travaux du Canal de Givors

(près Lyon.)

100 livres de limaille de fer,

1 livre Bol d'Arménie, en poudre
1 — Vitriol verd en poudre
1 — Sel ammoniac en poudre
1 — litharge d'or en poudre
1 — verre pilé et tamisé.

Si l'on en fait plus ou moins, les drogues doivent être augmentées dans la proportion de limaille etc. etc. 1 : 100.

Toutes les drogues et matières seront versées dans un baquet (à l'exception de la litharge d'or, qu'on ne met qu'au moment de l'emploi) avec le meilleur vinaigre qu'on trouvera. Ensuite avec une espatule on fera le mélange, et on recommencera à broyer de trois heures en trois heures pendant deux ou trois jours avant de l'employer.

Il faut que le vinaigre surnage sans cesse sur la mixtion, au moins de trois ou quatre lignes.

Les drogues ainsi broyées, il faut les employer : au moment de le faire, il faut verser la litharge, et la bien broyer. Ensuite il faut attacher une potte de vieux linge à un petit baton, la tremper dans la liqueur, et humecter les joints : après quoi, avec une petite truelle, on applique le mastic. Il faut avoir grand soin, de rendre le joint propre et sec, et qu'il ait 8 ou 9 lignes de profondeur. Il faut que le mastic remplisse seulement le joint, et qu'on ait soin de passer dessus la pointe de la truelle, et de rader les bavures sur les cizelures. Toutes les précautions bien observées, le mastic sera au bout de 24 heures, aussi dur que la pierre. S'il ne durcit pas, il faut en attribuer la cause ou à l'humidité, ou à la mauvaise qualité du vinaigre, qui auroit été sans doute mêlé de *lie*, ou n'auroit pas été assez fort.

Il est encore meilleur, lorsqu'au lieu du vinaigre on y employe l'*urine;* mais cela n'est pas praticable, lorsqu'on fait une certaine quantité de mastic.

Wollte man ſich dieſes Kittes in einer Gegend bedienen, wo Wein und Weineſſig nicht ſo gemein und wohlfeil wären, als im ſüdlichen Frankreich, ſo würde die Herbeiſchaffung des Eſſigs wohl noch ungleich koſtbarer werden, als der Gebrauch des Urins.

§. 56.

Den Leſern ſind ſicher die von mehreren berühmten und zum Theil auch von deutſchen Schriftſtellern beſchriebenen Werke des Kanals du Midi bekannt; indeſſen hoffe

ich, wenigſtens einigen, vielleicht einen Gefallen zu thun, wenn ich hier noch ein Paar vielleicht nicht genug bekannte bei demſelben angebrachte Brückenkanäle beſchreibe; wovon ich die Zeichnungen aus der Sammlung der école des ponts et chaussées entnommen habe. Der merkwürdigſte iſt ſicher der Brückkanal über den Fresquel-Fluß, der jetzt bei Carcaſſone angelegt wird. Die Herren Andreoßy, Woltmann und Hogrewe haben in ihren Beſchreibungen des Kanals du Midi von der Anlage des Kanalarms, der dicht bei Carcaſſone vorbeigeht, nähere Nachrichten mitgetheilt *). Der neue Kanalarm muß an einem Orte quer über den Fresquel-Fluß geführt werden. Um dieſe Anlage auf einer ſchicklichen Stelle auszuführen zum Theil auch um die Koſten des Baues einer Brück-Waſſerleitung über den ſchon vorhandenen Fluß zu erſparen, hat man dem Fresquel hier ein neues Bette gegeben, die Brückwaſſerleitung im Trocknen gebauet **) und den Fluß nachher in das neue Bette, das unter dem Brückkanal durchgeht, hineingeleitet. Taf. XV. Fig. 105. iſt dieſe merkwürdige Waſſerleitung im Grundriß (zur Hälfte) Fig. 106. halb in der Längenanſicht und halb im Längendurchſchnitt, und Fig. 108. im Querdurchſchnitt dargeſtellt. Ueber den Fresquel-Fluß ſind hier mehrere Wege geführt, nämlich nach der Reihe, nächſt dem ſteinernen Geländer, zuerſt eine prächtige Stein-Chauſſee (Chaussée pavée), dann ein Treidelweg, der durch eine Reihe Radſtößer von der Chauſſee geſchieden wird, hierauf der große Kanal ſelbſt, und endlich ein zweiter Treidelweg, mit dem zweiten Geländer. Alles dieß iſt in der Brückwaſſerleitung vereinigt, die daher mit Recht eine allgemeine Brücke genannt werden kann, indem man ſie zu Fuß und zu Pferde, mit Wagen und mit Schiffen, paſſirt, und auch mit andern Schiffsgefäßen, nach der Quere, darunter durchfährt. Man hat zur Aufführung dieſer merkwürdigen Anlage einen ſehr ſchicklichen Boden ausgeſucht, der ſchon in einigen Fuß Tiefe in Stein übergehen ſoll, ſo daß die Waſſerleitung hier mit der größten Sicherheit, und ohne große Koſten, gegründet werden konnte.

§. 57.

Eine zweite, beſonders für die Länder, in welchen die Holzpreiſe noch nicht zu einer großen Höhe geſtiegen ſind, ſehr merkwürdige Anlage iſt der gleichfalls in Süd-Frank-

*) S. Woltmann Beiträge zur Baukunſt ſchiffbarer Kanäle, Göttingen 1802. S. 69. und Hogreve Anweiſung zur Baukunſt ſchiffbarer Kanäle §. 86. S. 115.

**) Weiter unten ſoll ausführlicher gezeigt werden, wie man in Frankreich den Vortheil der Erbauung ſolcher Werke im Trocknen, faſt bei allen Kanalanlagen zu erhalten ſucht.

reich ausgeführte, und auf Taf. XVI. Fig. 110. im Grundriß, Fig. 109. im Längendurchſchnitt und Taf. XV. Fig. 107. im Querprofil abgebildete hölzerne Brückkanal, der in gemeinem mittelmäßigen Erdboden angelegt iſt, und bei welchem daher die Widerlegsmauern auf einen liegenden Roſt gegründet, auch mit einer leichten Spundwand umgeben ſind. Das eigentliche hölzerne Kanalbette iſt aus geſpündeten, dicht aneinander getriebenen, und zuſammengebolzten Balken angefertiget, auch inwendig noch mit Diehlen beſchlagen, und alles gehörig kalfatert. Die Anlage des Treidelweges, und die übrige Conſtruction, wird durch die Zeichnungen hinreichend erklärt; es iſt daher nur noch zu bemerken, daß die mit γγ bezeichneten Pfähle zum Abhalten des Eisganges beſtimmt ſind, der indeſſen in dieſem Landſtrich, wie man leicht denken kann, von weniger Bedeutung iſt. Uebrigens iſt in den Zeichnungen ein Theil der Länge des Brückkanals ausgelaſſen, um einen deſto größern Maaßſtab wählen und die Conſtruction dadurch deutlicher machen zu können.

Fünfter Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Von der Gegend um Paris, und insbeſondere vom Ourcq-Kanal.

§. 58.

Zu den hydrotechniſchen Merkwürdigkeiten in der Gegend von Paris, gehören vorzüglich, die berühmte Waſſerhebungs-Maſchine, von Marly, und die damit in Verbindung ſtehenden Anlagen in Verſailles und Marly ſelbſt. Der Beſchreibung dieſer alten, aber immer noch bewundrungswürdigen Anlagen, müßte wenigſtens ein eigner Abſchnitt gewidmet werden, wenn ſie nicht ſchon durch Herrn Belidor bekannt genug, und von ihm ungleich beſſer beſchrieben wären, als ich ſie hier zu ſchildern hoffen könnte. Alles was ich darüber anführe, werden nur einzelne kleine Notizen ſeyn.

Die eigentliche an der Seine ſtehende Maſchine, d. h. ein ungeheures von 14 großen Waſſerrädern bewegtes Druckwerk, iſt bekanntlich ganz von Holz, jetzt aber ſo ſchadhaft, daß ſie gar nicht mehr ganz in Bewegung geſetzt werden kann, und auch bei den noch arbeitenden Theilen, einen höchſt irregulären ſchlotternden Gang zeigt, den die Maſchine wahrſcheinlich ſonſt nicht hatte, obgleich ihre Einrichtung, wie Herr Belidor ſchon bemerkt, nichts weniger als empfehlungswerth iſt. Man iſt daher Willens, die Maſchine mit einigen Abänderungen, wieder herzuſtellen, und ihr zugleich eine weniger Kraft und Waſſer verſchwendende Einrichtung zu geben. Der Bürger Montgolfier, Erfinder des Belier hydraulique, trug darauf an, ihm die ganze alte Maſchine zu geben, und verſprach, bloß dafür, eine neue anzulegen, die mittelſt mehrerer Beliers dieſelbe Waſſermenge heben ſollte, die die Maſchine, ehe ſie ſchadhaft wurde, in die Höhe

ſchaffte. Es iſt aber bekannt, daß der Belier, bei ſo kleinen Druckhöhen, als die iſt, die die Seine hier zu benutzen erlaubt, nämlich 3 bis 4 Fuß, und bei einer Förderungshöhe von 500 Pariſer Fuß, nicht mit Nutzen angewendet werden kann; weßhalb die Regierung ſich auch veranlaßt fand, von dem Anerbieten des ꝛc. Montgolfier keinen Gebrauch zu machen, ſondern ſich den Umbau der Maſchine vorzubehalten. Bis jetzt iſt derſelbe aber nicht unternommen, theils weil das Bedürfniß, ſeitdem Marly und Verſailles einſam und halb zerſtört da ſtehen, nicht ſo groß als ſonſt iſt, und theils, weil die jetzige Regierung die bleibenden jährlichen Finanz-Ueberſchüſſe, wie wir ſogleich ſehen werden, des Krieges ungeachtet, zu eben ſo großen, aber gemeinnützigen und weniger prahlenden Anlagen verwendet.

§. 59.

Weit oberhalb der Maſchine von Marly, theilt ſich die Seine in zwei Arme: der rechte fließt mit ſtarkem Gefälle ungehindert ab, und dient zur Schifffahrt, der linke dagegen wird theils durch die Maſchine ſelbſt, theils durch ein neben derſelben angelegtes ſteinernes Wehr, 3 Fuß angeſtauet. Dieß Wehr iſt in der Mitte etwas vertieft, um den ſtärkſten Strom, zur Schonung der Ufer, nach der Mitte zu ziehen; auch hat es einen geneigten, aber ebenen Abſchußboden, der mit ſehr großen Quaderſteinen belegt iſt, welche ſämmtlich durch ſtarke eiſerne Anker untereinander verbunden ſind. Die Räder, die Gerinne, die künſtliche Art, wie man die ungeheueren Schützbreter in die Höhe ſchraubt, und die Einrichtung der Druckwerke ſelbſt, ſind von Herrn Belidor genau beſchrieben: aus ſeiner Zeichnung iſt aber doch nicht ganz deutlich zu erſehen, daß jedes Schutzbret an zwei hölzernen Schrauben hängt, die unten mit einem eiſernen Zapfen auf einem zwiſchen den Grießſäulen angebrachten Querbalken ſtehen, mittelſt unten durchgeſteckter Handſpeichen gedreht werden, und oben jede durch eine hölzerne Mutter durchgehen, welche Mütter einen breiten die Grießſäulen umfaſſenden Querbalken tragen, an dem das Schützbret befeſtiget iſt, ſo daß hier, durchs Umdrehen der Schraubenſpindel, die Mutter gehoben wird, und das Schützbret mit ſich in die Höhe zieht. Man konnte hier dieſe Einrichtung wählen, da die Beſorgniß des Springens, bei hölzernen Schrauben wegfällt. S. Abſchnitt I. §. 8.

Hinter jedem Schützbret ſteht, um das Einbiegen des Bretes durch das vorliegende Waſſer zu verhüten, ein ſtarker Mittelpfoſten, an welchen ſich das Schützbret lehnt, und hier, zur Erleichterung des Aufziehens, mit einer Reibungsrolle verſehen iſt.

Es iſt bekannt, daß das Waſſer, bei der Maſchine von Marly, durch drei Pumpwerke gehoben wird, das erſte hebt es unmittelbar aus der Seine, auf ein

Drittel der Höhe nach dem erſten Behälter, ein hier angebrachtes Pumpwerk, hebt es aus dem erſten in den zweiten Behälter, und das dritte Werk hebt es, aus dem zweiten Behälter, auf einen ſteinernen Thurm, von wo es nach Marly und Verſaille fließt. Das zweite und dritte Pumpwerk werden durch große eiſerne, von den Waſſerrädern den Berg hinauf geführte Geſtänge, von der elendeſten alten Conſtruction, in Bewegung geſetzt. Man ſieht leicht, daß dieſe, und zwar die eiſernen noch weit mehr als hölzerne Geſtänge, den Hub mindern, ſo daß man, um oben noch genug Hub zu behalten, unten einen Krummzapfen, von 24 Zoll Radius hat anbringen müſſen. Bedenkt man die ungeheure Laſt, die derſelbe überwältiget, indem jedes Rad, in 24 Stunden, beim vollen Gange der Maſchine, 10000 bis 12000 Pariſer Cub. Fuß Waſſer, auf 500 Fuß hoch hebt, ſo iſt es nicht zu bewundern, daß man jeden Krummzapfen, im Centro, $8\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer dick, und da, wo die Bläuelſtange daran befeſtiget iſt, $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer dick geſchmiedet hat. Die Steigröhren der Pumpen ſind alle aus gegoſſenen eiſernen Cylindern von 6 Zoll bis 18 Zoll Weite, und $\frac{3}{4}$ Zoll, bis 1 Zoll Stärke zuſammengeſchraubt. Jedes Cylinder-Stück iſt am Ende mit einem Rand oder Teller verſehen, und mit dem Teller des folgenden Cylinders, durch durchgeſteckte Schrauben verbunden, bei welchen allen aber die Mutter oben feſt ſitzt, und die Schraubenſpindel, mittelſt ihres viereckigen Kopfes, gedreht wird. Die Fugen zwiſchen den Tellern je zweier Röhrenſtücke, hat man mit Blei gefuttert, das hier den Zweck vollkommener als Leder erfüllt, indem es ſehr dicht hält, und nicht ſo leicht einer Erneuerung bedarf. In dieſen Röhren ſteigt das Waſſer nun, wie geſagt, bis oben in den ſteinernen Thurm, ſammelt ſich hier in einem bleiernen Baſſin, und fließt dann, über eine ſchöne Waſſerleitung, von beinahe 100 Fuß Höhe, und 360 Toiſen Länge, bis nach den Anhöhen von Marly. Dieſe Waſſerleitung beſteht aus 36 Bogen, jeder Bogen bildet einen Halbzirkel von 34 Fuß Durchmeſſer, und iſt mit ſeinem Centro 60 Fuß vom Centro des nächſten Bogens entfernt, ſo daß die Pfeilerſtärke oben 26 Fuß beträgt, unten hingegen iſt jede Oefnung 30 Fuß weit und jeder Pfeiler 30 Fuß ſtark. Die Pfeiler, ſo wie die Mauer überhaupt, ſind alſo nach oben ſehr verjüngt. Das ganze Mauerwerk, ſelbſt die Bogen, ſind aus rohem Bruchſteine aufgeführt, und nur die Ecken beſtehen aus geſchnittenen Quaderſteinen. Taf. XVII. Fig. 127. iſt eine ungefähre Anſicht, von einem Theil dieſer koloſſalen Waſſerleitung. Oben befindet ſich darin der eigentliche Kanal, von 4 Fuß Weite und 6 Fuß Höhe. Das Waſſer ſoll in dieſem Kanal, wenn die Maſchine im vollen Gange iſt, 18 bis 20 Zoll hoch ſtehen, es fließt aber nicht unmittelbar im Geſtein, ſondern der ganze Kanal iſt, bis 24 Zoll hoch, mit Blei gefuttert. Oben hat man ihn mit geſchnittenen Steinplatten belegt, und unter denſelben eine Menge klei-

ner Oefnungen angebracht, wodurch er erleuchtet wird, um, wenn die Maſchine ſtill ſteht, deſto leichter gereiniget werden zu können. Am Ende des Kanals fängt die unterirdiſche Leitung nach den Reſervoirs von Marly an, dieſe iſt aber, wie das Schloß Marly ſelbſt, jetzt ſehr verfallen. Von Marly wurde das Waſſer über eine prächtige aus 3 Reihen Bogen beſtehende Waſſerleitung (aqueduc de Maintenon) nach Verſailles und Trianon geleitet, von welcher Leitung Herr Belidor im zweiten Bande ſeiner Waſſerbaukunſt, ſehr deutliche Zeichnungen und Beſchreibungen mitgetheilt hat.

§. 60.

Was endlich Verſailles ſelbſt anbetrifft, ſo würden ſeine ungeheuern hydrauliſchen Anlagen, in der Beſchreibung, noch ermüdender ſeyn, als ihr Anblick es für jeden ſeyn muß, der für Natur-Schönheit einiges Gefühl hat, oder ähnliche von der Natur mehr begünſtigte Anlagen, z. B. den Weißenſtein und die Wilhelmshöhe bei Caſſel, kennt. Große mit Marmor eingefaßte Baſſins, unzählig viele gegoſſene eiſerne Röhrenleitungen, in und über der Erde, die mit den Röhren von Marly in ihrer Zuſammenſetzungs-Art ganz übereinkommen, und dann die berüchtigten ſpringenden Strahlen ſelbſt, die der großen Caſſeler Waſſerkunſt aber bei weitem nicht gleich kommen, ſind im Grunde alles, was man hier in unzähligen höchſt langweiligen Wiederholungen antrifft. Wir verlaſſen alſo dieſe Anlagen, bei denen der Zweck unbedeutend, und die Koſtbarkeit bei weitem die größte Merkwürdigkeit iſt, und werden dieſen, ſo wie die folgenden Abſchnitte, vorzüglich einigen vortrefflichen franzöſiſchen Kanälen widmen. Der erſte, der hier, in der Nähe von Paris, die größte Aufmerkſamkeit verdient, und prunklos, aber auch ſo zweckmäßig als möglich angelegt wird, iſt der

Ourcqu-Kanal.

§. 61.

Um die Leſer, denen der Namen dieſes Kanals ſicher aus den Zeitungen nicht fremd ſeyn wird, mit dem Zwecke deſſelben, und der Art, wie man dieſen Zweck zu erreichen ſucht, näher bekannt zu machen, mögen hier zuerſt einige allgemeine Bemerkungen eine Stelle erhalten, die größtentheils aus einem Mémoire extrahirt ſind, das der Erbauer des Ourcqu-Kanals, darüber hat drucken laſſen.

Das Mémoire führt den Titel: Rapport à l'Assemblée des ponts et chaussées, sur le projet général du Canal de l'Ourcqu. Par P. S. Girard *) ingé-

*) Den Leſern wird dieſer Verfaſſer durch ſein klaſſiſches Werk über den Widerſtand feſter Körper hinreichend bekannt ſeyn.

nieur en chef des ponts et chaussées, membre de l'institut d'Egypte, chargé de la Direction des travaux de ce Canal (avec deux planches) Paris à l'imprimerie de la république. An. XII. (1803.) (72. pag. 4to)

Die Waſſerkünſte von Paris, die das Waſſer aus der Seine heben, nämlich die Samaritaine am Pont neuf, die Waſſerkunſt an der Brücke notre Dame, und einige kleine Waſſerhebungs-Maſchinen, ſo wie die Waſſerleitungen von Arcueil und Belleville, bringen alle zuſammen, in 24 Stunden, 3414 Kilolitres (ungefähr 100000 Pariſer Cubik-Fuß) Waſſer in die Stadt. Dieß reichte zum Bedürfniß bei der immer zunehmenden Einwohnerzahl lange nicht hin, weßhalb ſchon ao. 1777. dem Bürger Perier ein Privilegium zur Anlegung von Dampf-Maſchinen ertheilt wurde, die täglich 26000 Kilolitres (760000 Cubik-Fuß) Waſſer in die Fontainen und Brunnen von Paris heben ſollten. Es wurden die beiden Dampfmaſchinen von Chaillot und Gros Caillou angelegt, der Zweck aber dennoch nicht völlig erreicht; man wollte daher kleine fließende Gewäſſer nach Paris zu leiten ſuchen, und zuerſt mit der Yvette den Anfang machen. Dieſe konnte jedoch nur den auf dem linken Seine-Ufer gelegenen Theil der Stadt verſorgen. Um auch dem andern Theil eine gleiche Bequemlichkeit zu verſchaffen, entwarf der Bürger Brule', ao 1786 das Project, die Beuvronne und den Ourcqu, die beide auf der Weſtſeite von Paris in die Marne fallen, nach Paris zu leiten. Er wollte damit zugleich einen ſchiffbaren Kanal verbinden, der die Seine und Oiſe vereinigen ſollte. Brule' erhielt ao 1790 das Recht, dieſen Kanal anzulegen. Von ihm ging dieß Recht auf die Bürger Zollage und Boſſu über, die den Kanal ausführen wollten. Die Assemblé des ponts et chaussées bezweifelte indeſſen die Ausführbarkeit ihres Projects, und verordnete ein Nivellement vom Ourcqu-Fluß nach Paris. Dieß wurde durch den Bürger Bruyere dreimal wiederholt, und dadurch, mit völliger Sicherheit, ausgemittelt, daß die Stelle des Ourcqu, wo man ſein Waſſer ableiten wollte, etwas höher läge, als der Ort, wo es hingeleitet werden ſollte. Um daher den Kanal zu Stande zu bringen, hätte man die Mündung des Kanals viel weiter oberwärts am Ourcqu anbringen müſſen.

Zollage und Boſſu legen andere Projecte vor. Der Bürger Bruyere entwirft gleichfalls ein neueres Project, die Sache ſchwankt, und die Ausführung unterbleibt. Die Stadt fühlte aber das Bedürfniß zu ſehr, ſo daß das geſetzgebende Corps im Jahr 10 die Verſorgung der Stadt mit Waſſer aus dem Ourcqu verordnete, worauf die Conſuln endlich, am 25ten Thermidor des 10ten Jahres, befahlen, daß der Kanal zur Verſorgung der Stadt mit Trinkwaſſer durch die Ingenieurs des ponts et chaussées, auf öffentliche Koſten ausgeführt, mit dem Jahre XI angefangen, und im Jahre XIII been-

diget werden ſollte. Der Ingenieur en chef Girard (vormals Ingenieur in Havre, nachher Theilnehmer des Feldzugs nach Aegypten) erhielt die Direktion der Arbeiten, und den Auftrag, ſogleich das beſtimmtere Project zu entwerfen. Es wurde nun unverzüglich nochmals ein genaues und ſpecielles Nivellement vom Ourcqu bis Paris angeſtellt, der Lauf des Ourcqu-Kanals von der Vorſtadt la Villette bis nach dem Luſtwalde von St. Denis beſtimmt, und auch in wenigen Wochen ſchon mit der Arbeit der Anfang gemacht *).

§. 62.

Der Ourcqu-Fluß, der ſeines ſtarken Gefälles wegen zur Betreibung mehrerer Mühlen dient, iſt ſchon im Jahr 1636 durch 10 Kammerſchleuſen ſchiffbar gemacht, er fällt in die Marne, und dieſe bekanntlich in die Seine, ſo daß alſo auf dieſem Wege ſchon eine Schifffahrt vom Ourcqu nach Paris ſtatt fand, und der Kanal höchſtens noch eine Erleichterung dieſer Schifffahrt bewirken konnte. Die Leitung des Trinkwaſſers nach Paris blieb folglich durchaus der Hauptzweck des Kanals, und man mußte alle anderen durch den Kanal zu erreichenden Zwecke dieſem nachſetzen.

Es wurde für nöthig erachtet, das im Ourcqu-Kanal nach Paris zu leitende Waſſer durch hinlänglich ſchnelle Bewegung friſch zu erhalten, beſonders da in Paris eine Menge Waſſer ungekocht genoſſen wird. Die Geſchwindigkeit des Waſſers im Kanal durfte aber auch nicht zu groß ſeyn, weil es ſonſt die aus Mergel-Erde beſtehenden Ufer abgeſpühlt, eine Menge Kalktheile in ſich aufgenommen haben, und dadurch ſehr ungeſund geworden ſeyn würde. Die Geſchwindigkeit wurde daher auf 0,35 Mater oder $13\frac{1}{2}$ Zoll in jeder Sekunde feſt geſetzt.

Bei genauer Unterſuchung des Ourcqu-Fluſſes, fand ſich, daß er in 24 Stunden 190,000 Kilolitres Waſſer abführt, die übrigen kleinen Bäche, deren Waſſer bei dem Kanal mit benutzt werden ſollte, geben 70,000 Kilolitres in 24 Stunden her, der Ourcqu-Kanal muß alſo in 24 Stunden 260,000 Kilolitres Waſſer abführen. Auf jede Sekunde treffen hiernach 3,1875 Kilolitres: dividirt man dieſe Waſſermenge durch die Geſchwindigkeit, ſo ergibt ſich das Profil = 8,625 Quadrat-Meter. Da der Kanal durchgehends durch guten feſten Boden geht, ſo ſetzte man die Doſſirung ſeiner Ufer auf $1\frac{1}{2}$ Fuß Baſis für jeden Fuß Höhe feſt, die Waſſertiefe wurde auf 1,5 Metres beſtimmt, und ſo entſtand das Profil Taf. XV. Fig. 132, bei welchem ſich die Breite der Baſis aus dem Inhalt, der Tiefe und der Uferdoſſirung durch eine leichte Rechnung ergab.

*) Vom detaillirten Koſtenanſchlage war kaum die Rede.

Da der Ourcqu-Fluß (im Sommer) ganz eingehen, und der neue Kanal alles Waſſer nach Paris führen ſoll, ſo muß dieſer auch ſchiffbar ſeyn: Schleuſen laſſen ſich dabei aber nicht anbringen, weil ſie den freien Waſſerabfluß hemmen, und das Waſſer dadurch ungeſund machen würden. Die Schifffahrt wird alſo mit kleinen Gefäßen betrieben werden müſſen, wie ſie auch Boſſu und Zollage anzulegen Willens waren, nämlich mit Gefäßen, die bei 9 Metres Länge und 2 Metres Breite, einen Meter tief gehen. Der Verluſt der Schifffahrt mit großen Gefäßen, kann keine Nachtheile haben, da die Schifffahrt mit kleinen Gefäßen unbedenklich vor der mit größern den Vorzug verdient, beſonders in der Nähe einer ſo großen Stadt, wo es alle Augenblicke Veranlaſſung zu kleinen Transporten gibt.

Es iſt nun noch der Abhang und das Totalgefälle des Kanals zu beſtimmen übrig.

§. 63.

Iſt s die Länge und z das Total-Gefälle des Kanals, g die beſchleunigende Kraft der Schwere, und endlich k das Querprofil des Kanals, oder die Waſſermaſſe für eine Länge, die der Einheit des Maßes gleich ſeyn muß, ſo wird die beſchleunigende Kraft des Waſſers im Kanal $= g\frac{z}{s}k$. Die Hinderniſſe der Bewegung müſſen dieſe Beſchleunigung gerade aufheben, wenn der Fluß oder Kanal eine gleichförmige Geſchwindigkeit annehmen ſoll. Dieſe Hinderniſſe der Bewegung rühren bloß von der Adhäſion der Waſſertheilchen unter ſich, und an den Wänden des Bettes, her.

Nach M. Chezy verhalten ſich die Quadrate der Geſchwindigkeit zweier Flüſſe, wie die Abhänge, multiplicirt mit den Querſchnitten, dividirt durch den Umfang der Querſchnitte. Dieß ſtimmt aber mit der Erfahrung deſto weniger überein, je kleiner die Geſchwindigkeiten ſind. Dubuat hat daher die aus jener Annahme hergeleitete Formel, durch Vergleichung mit den Reſultaten der Verſuche, zu verbeſſern geſucht, dadurch aber ihre Geſtalt ſehr verwickelt, und ſo ungewiß gemacht, daß ſie bei (mathematiſchen) Rechnungen nicht zum Grunde gelegt werden kann.

Betrachtet man das Waſſer in einem Querſchnitt des Fluſſes, ſo wird dieß in jedem Augenblick von ſeiner Bewegung, die die Schwerkraft ihm mitzutheilen ſucht, durch die Kraft zurückgehalten, mit welcher alle Theilchen, im Umfange des Querſchnittes, an der Schicht der Flüſſigkeit ankleben (adhèrent), die die Seiten und den Boden des Flußbettes überzieht (naß macht, mouille). In irgend einer Zeit kleben aber dieſelben Waſſertheilchen nach einander an einer Anzahl Puncte an, die deſto größer iſt, je ſchneller die Waſſertheilchen fortrücken. Der hieraus entſtehende Widerſtand der Bewegung

iſt alſo der in einer beſtimmten Zeit aufeinander folgenden Menge Anklebungen proportional, bedeutet daher R die Kraft des Zuſammenhanges je zweier Waſſertheilchen, P den Umfang des Querſchnittes, und u die Geſchwindigkeit des Waſſers, ſo läßt ſich jener Widerſtand durch R. P. u. ausdrücken, wobei man nicht vergeſſen muß, daß u zwar die Geſchwindigkeit ausdrückt, daß es aber hier nur inſofern einen Faktor des geſuchten Widerſtandes ausmacht, als es die Anzahl gleich ſtarker Anklebungen beſtimmt, die in einer beſtimmten Zeit, ohne Rückſicht auf die fortſchreitende Bewegung, losgeriſſen werden müſſen. Außerdem muß man aber auch noch darauf rückſichtigen, daß die Waſſermaſſe in Bewegung iſt, daß ſie alſo mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit (gleichfalls u) an die Unebenheiten, der die Wände überziehenden Schicht, anſtößt, und daß dieſer Stoß bei jedem Theilchen deſto heftiger iſt, je größer die Bewegung, d. h. je größer die Geſchwindigkeit war. Die Anzahl dieſer Unebenheiten wird hier wieder durch P. u ausgedrückt, ſo daß folglich der in Rede ſtehende Widerſtand iſt $=$ P. u. u multiplicirt mit der Kraft, womit jede Unebenheit der Bewegung widerſteht, welche Kraft hier r heißen mag. Der ganze Widerſtand wird alſo $= R.P.u + r.P.u^2 = Pu \times (R + ru)$, wo der erſte Faktor P u, die Anzahl der, in einer Zeit-Einheit der Bewegung, jeder Waſſerſchicht, am Umfange des Profils, entgegenwirkenden Waſſertheilchen (nämlich P nach der Breite, u nach der Länge des Fluſſes), der zweite Faktor R + r. u aber die (intenſive) Größe des Widerſtandes, nämlich die Adhäſion R, und den Stoß r. u ausdrückt. So weit hat die Formel alſo völlige Aehnlichkeit mit dem Widerſtande bei zwei klebrigen feſten Körpern, die einander nur mit der Seite berühren, oder mit ſo geringen Vorragungen aneinander ſtoßen, daß der ſtoßende ſeine Bewegung, des Stoßes unerachtet, weiter fortſetzen kann. Dabei würde nämlich gleichfalls Adhäſion (R) und Stoß (r.u) in Betracht kommen, nur daß r die Maſſe des geſtoßenen Körpers ausdrücken müßte.

Beim fließenden Waſſer wird unter r offenbar die Urſache verſtanden, die den geſtoßenen Körper hindert, ſich eben ſo ſchnell zu bewegen, als der ſtoßende ſich bis zum Augenblick des Stoßes bewegte. Dieſe Urſache iſt bei feſten Körpern ihre Trägheit, hier aber, (weil die Maſſe des geſtoßenen Körpers im Verhältniß zum ſtoßenden $= \frac{1}{\infty}$) das Ankleben der Waſſertheile an der Wand, oder wieder das vorige R, es iſt alſo $r = R$, der ganze Widerſtand $= R.P.u + R.P.u^2$, und bei der gleichförmigen Bewegung $g\,\frac{z}{s}K = R.P.\,(u + u^2)$ *). Dieſen doppelten Widerſtand hat Coulomb zu-

*) Bei Herleitung der Formel R. P. $(u + u^2)$ habe ich einen andern als den von Herrn Girard eingeſchlagenen Weg gewählt, weil der von ihm gegebene Beweis mir nicht ſo deutlich und ausführlich ſchien als die Formel ihn verdient, da ſie für die Anwendung äußerſt wichtig iſt, in-

erſt angegeben (S. Mémoires de l'Institut national Tom. III. pag. 287. und 288.)

Bei Flüſſen läßt ſich die Formel zwar nicht in aller Strenge anwenden, da bei ihnen die Geſchwindigkeit der Waſſerfähden in demſelben Querſchnitt ſehr verſchieden iſt, ohne indeſſen ſehr zu irren, kann man, ſtatt u, die mittlere Geſchwindigkeit annehmen. Unter dieſer Vorausſetzung läßt ſich leicht, aus den von Du Buat und Chezy angeſtellten Verſuchen, der Werth von R entwickeln. Seine mittlere Größe wird dadurch $= 0,0012180$ gefunden, dieß gibt, auf den Ourcqu-Kanal angewendet, $\frac{R.P.}{g.k.}(u^2+u) = \frac{z}{s} = 0,000060639$.

§. 64.

Herr Girard entwickelt nun in ſeinem Memoire noch eine Theorie des durch die Krümmungen erzeugten Widerſtandes, und zeigt, daß die ſehr ſanften Krümmungen, die der Ourcqu-Kanal erhalten ſoll, der Mühe, dieſe Theorie anzuwenden, ganz überheben, indem jene Krümmungen gar keinen merklichen Widerſtand verurſachen können.

Zufällige das Kanal-Waſſer verunreinigende Gegenſtände, und beſonders das im Kanal wachſende Schilf ꝛc. vermehren dagegen den Widerſtand ſehr beträchtlich, indem ſie den Umfang des Querſchnittes vergrößern. Setzt man daher $P + P'$ ſtatt P in jene Formel; ſo findet ſich, nach einigen von Dubuat in einem verwachſenen Kanal (Canal de Jard) angeſtellten Verſuchen, $P : P' = 10 : 7$, wenigſtens gilt dieß bei ſo fruchtbarem Boden, als der Canal de Jard ihn hatte, und der zu ziehende Ourcqu-Kanal ihn haben wird. Statt des vorigen Werths von $\frac{z}{s}$ erhält man dadurch $\frac{z}{s} = 0,00010312$. Die Länge des Ourcqu-Kanals, mit Einſchluß der Krümmungen, beträgt aber 96000 Meter, und hieraus ergibt ſich nun das erforderliche Totalgefälle = 10,14,14 Meter. Um dieß zu erhalten, muß der Kanal aus dem Oberwaſſer der auf dem Ourcqfluß gelegenen Mühle von Marewil geſpeiſt werden. Herr Girard zeigt nun, wie verſchiedene Profile, die man dem Kanal hätte geben können, das erforderliche Totalgefälle vermehrt oder vermindert haben würden, wir übergehen dieß indeſſen, da es ſich aus der obigen Formel unmittelbar ergibt. Darauf folgt die Vertheilung des Gefälles auf die ganze Länge des Kanals; dieß nöthiget uns aber hier erſt den Inhalt eines andern Mémoire von Herrn Girard einzuſchalten.

---

dem ſie beſſer als die bisherigen Formeln mit den Verſuchen übereinſtimmt, ohne ſich, wie die Dubuatſche, auf eigentliches Tatonnement zu gründen.

Es führt den Titel: Essai sur le mouvement des eaux courantes, et la Figure qu'il convient de donner aux canaux qui les contiennent, par P. S. Girard, ing. etc. Paris. An XII (1804.) 60 pag. 4to.

Dieß Memoire iſt mit dem vorigen zu gleicher Zeit zur Publicität gekommen, und enthält eine eben ſo neue als wichtige Theorie, die lediglich Herrn Girards Talenten und ausgezeichneten Kenntniſſen ihr Daſeyn verdankt. Der Verfaſſer führt darin die allgemein bekannte Erfahrung an, daß alle Flüſſe, nahe an ihren Quellen ein ſtarkes, und je näher bei der Mündung, ein deſto ſchwächeres Gefälle haben. Wo man alſo einen Kanal anlegen will, der wirklich nur ein künſtlicher Fluß ſeyn ſoll, da iſt es vielleicht nöthig, eine ähnliche Abnahme des Gefälles ſtatt finden zu laſſen: es frägt ſich alſo, worauf ſie beruht, und nach welchem Geſetz das Gefälle abnehmen ſoll? Die wellenförmige Bewegung, die ſich bei der geringſten Erſchütterung auf der Oberfläche eines ſtill ſtehenden Waſſers zeigt, und mit dem ſich fortpflanzenden Schaukeln eines hängenden ausgeſpannten Tuches, oder einer Kette, unverkennbare Aehnlichkeit hat, führt auf den Gedanken, daß man die Flüſſigkeiten, wie völlig flexible Körper anſehen kann, da dieſe und jene ſich dadurch charakteriſiren, daß ſie ihre Geſtalt ſehr leicht ändern können, und bei ihrer Bewegung keine ganz leeren Zwiſchenräume entſtehen können. Um das Verhalten der Flüſſigkeiten, die ſich in einem Kanal bewegen, zu beſtimmen, darf man alſo nur die Bewegung einer völlig beugſamen unpreßbaren Kette unterſuchen, die ſich auf irgend einer krummen Fläche bewegt. Der Verfaſſer entwickelt die Theorie dieſer Bewegung ſehr ſcharfſinnig, und zeigt darin, daß der Zuſtand des beharrlichen Abfluſſes eines Kanals, (d'écoulement stable), d. h. der Zuſtand, bei welchem der Kanal, an allen Stellen, gleiche Kräfte gegen ſein als ganz gleichartig angenommenes Bette ausübt, und allenthalben, bei gleicher Breite, gleiche Tiefe, alſo auch gleiche Geſchwindigkeit hat, ganz mit dem Zuſtande einer im Gleichgewicht hängenden nach unten gekehrten halben Kette übereinkommt, und, wie dieſe, nach der bekannten Ketten-Linie gekrümmt ſeyn muß. Die Kraft der Einwirkung auf das Kanal-Bette, wird dabei der Waſſertiefe proportional gefunden. Flüſſe, die ſich ihr Bette ſeit langer Zeit ſelbſt ausgetieft haben, werden daher in ihrem vertikalen Längen-Profil eine Kettenlinie bilden; wo ſie aber durch Wehre, Schleuſen ꝛc. abgedämmt ſind, findet von einer Abdämmung bis zur andern eine ſolche Linie ſtatt.

Hiernächſt zeigt der Verfaſſer, wie man die Kettenlinie am beſten aufzeichnen könne, und leitet zum Schluß die Hauptreſultate ſeiner ganz neuen Theorie, auch aus den bisher bekannten hydrodynamiſchen Lehrſätzen her. Dieſe kurze Herleitung, aus ganz andern Annahmen, beſtätiget (ſeiner Aeußerung nach) die Theorie vollkommen, und iſt

auch an ſich ſo überaus elegant, daß es den Leſern hoffentlich nicht unangenehm ſeyn wird, ſie im folgenden § frei überſetzt zu finden. Sie ſteht S. 50 — 56. des allegirten Memoires (essai sur le mouv. etc.) und macht den Anhang zu demſelben aus.

§. 65.

„Die im vorſtehenden Aufſatz entwickelte Theorie der fließenden Gewäſſer iſt, wie „wir geſehen haben, auf die Analogie gegründet, die, nach unſerer Vorausſetzung, zwi„ſchen einem Fluß (courant d'eau) und einer ſchweren unpreßbaren völlig beugſamen „Kette ſtatt findet. So annehmlich dieſe Vorausſetzung ſcheint, ſo iſt ſie doch von der „Art, daß man ſie nur dann ganz allgemein zugeſtehen kann, wenn man ſich, bei ge„nauer Unterſuchung, von der Uebereinſtimmung ihrer Reſultate mit den Folgerungen „aus der ſtrengen Theorie der Bewegung der Flüſſigkeiten, hinlänglich überzeugt hat. „Ich habe mich daher dieſer Vergleichung unterzogen, und hoffe, daß man nicht ohne „Intereſſe wahrnehmen wird, wie die obige Unterſuchung (über die Theorie des beharr„lichen Abfließens) eine bis jetzt noch nicht bemerkte Uebereinſtimmung zwiſchen der Me„chanik feſter und flüſſiger Körper beweiſt. Man nenne nun

„k die Dichtigkeit eines Theilchens der Flüſſigkeit;

„t die ſeit dem Anfange ſeiner Bewegung verfloſſene Zeit;

„x, y, z, ſeine drei Coordinaten, auf drei untereinander ſenkrechte Elenen bezogen;

„p den Druck, den das Theilchen der Flüſſigkeit ausübt;

„v, v′ v″ die Geſchwindigkeit deſſelben, parallel mit den drei Coordinaten x, y, z;

„x, y, z die drei beſchleunigenden Kräfte nach den Richtungen der drei Coordinaten, „die am Ende der Zeit t, dem Theilchen der Flüſſigkeit eingedrückt ſeyn würden „(imprimées), wenn es ganz frei wäre.

„φ, φ', φ'' die beſchleunigenden Kräfte, wovon es, nach den drei Axen, wirklich ge„trieben wird.

„g die beſchleunigende Kraft der Schwere.

„Man bezeichne ferner durch

„δp, δx, δy, δz die Veränderungen des Druckes (p) und der Coordinaten (x, y, z), „ohne Rückſicht auf die Zunahme der Zeit (contemporaines); und durch dx, „dy, dz die Veränderungen, die ſich auf zwei Lagen des Theilchens, in zwei auf „einander folgenden Augenblicken beziehen:

„Dann ergeben ſich bekanntlich die beiden Bedingungs-Gleichungen

$$\left(\frac{d.\,k\,v}{d\,x}\right) + \left(\frac{d.\,k\,v'}{d\,y}\right) + \left(\frac{d.\,k\,v''}{d\,z}\right) + \frac{d\,k}{d\,t} = 0;$$

$$\frac{\delta p}{k} = X\delta x + Y\delta y + Z\delta z - (\varphi\delta x + \varphi'\delta y + \varphi''\delta z)$$

„Die, unter vorausgeſetzter Unpreßbarkeit der Flüſſigkeit, oder bei der Annahme „K = 1, übergehen, in *)

$$\left(\frac{d\,v}{d\,x} + \frac{d\,v'}{d\,y} + \frac{d\,v''}{d\,z}\right) = 0.$$

$$\delta p = X\delta x + Y\delta y + Z\delta z - (\varphi\delta x + \varphi'\delta y + \varphi''\delta z)$$

„Wir wollen nun die Axe z vertikal annehmen, und die beiden Formeln auf die Be„wegung einer Flüſſigkeit anwenden, die in einer unbeweglichen engen Röhre, von gleich„förmiger Weite, und irgend welcher Krümmung, eingeſchloſſen iſt.

„Wir haben dann $X = 0$, $Y = 0$, $Z = -g$.

„Bedenkt man nun, daß jedes Theilchen der Flüſſigkeit ſich nur nach der Richtung „der Röhre bewegen kann, ſo läßt ſich die Gleichung der Continuität $\left(\frac{d\,v}{d\,x}\right) + \left(\frac{d\,v'}{d\,y}\right) + \left(\frac{d\,v''}{d\,z}\right) = 0$ auf die ganz einfache $\frac{d\,u}{d\,s} = 0$ zurückführen, worin u die Geſchwin„digkeit eines Waſſertheilchens bezeichnet, parallel mit dem Elemente $d\,s$ der krummen „Axe der Röhre, an der Stelle, in welcher ſich das Theilchen im Augenblick $d\,t$ befindet.

„Statt der drei Sätze

„$\varphi\delta x + \varphi'\delta y + \varphi''\delta z$ kann man eben ſo den einzigen $(\varphi)\delta s$ ſubſtituiren, wel„cher das Moment der beſchleunigenden Kraft φ, parallel mit dem Elemente der „Kurve ausdrückt. Die obige Formel wird danach

„$\delta p = -g\delta z - (\varphi)\delta s$

„Der erſte Satz der Gleichung $\frac{d\,u}{d\,s} = 0$, iſt das partielle Differential von u, in Bezug „auf s, dieſe Gleichung iſt alſo ganz einerlei, mit $d\,u = 0$, durch welche man ausdrückt, „daß ſich alle Waſſertheilchen, in demſelben Augenblick, mit derſelben Geſchwindigkeit „bewegen. Dieſe Geſchwindigkeit ändert ſich daher nur von einem Augenblick zum an„dern, und zwar ungleich viel in der ganzen Länge der Röhre; bezeichnen daher f und f „die Funktionen, (nach La Grange's Bezeichnungs-Art) ſo iſt

---

*) „Man ſehe zwei Memoires von Euler in den Abhandlungen der Petersburger Akademie, eines „von 1756, betitelt: Principia motus fluidorum, das andere von 1770 de motu fluidorum „lineari, und die philoſophiſche Mechanik des Bürger Prony, deren Verfaſſer die Fundamen„talſätze der Hydrodynamik mit eben ſo viel Ordnung als Deutlichkeit vorgetragen hat.

(S. auch La Grange Mecanique analitique Tom. II. cap. VIII. §. 1. No. 10. und Tom. II. Cap. II. No. 6. 7. — Anm. d. Ueb.)

„$u = f(t)$; $\frac{du}{dt} = f't = (\varphi)$; woraus man ſieht, daß auch die beſchleunigende „Kraft φ, eine Function von t, und folglich, in jedem Augenblick, für die ganze „Flüſſigkeit dieſelbe iſt. Aendert man δ in d, und integriert hiernach die obige „Gleichung für δp, ſo wird $p = g(h - z) - (\varphi) s + F(t)$ ein Ausdruck „für den Druck eines Waſſertheilchens, an irgend einer Stelle der Flüſſigkeit, in „einem beſtimmten Augenblick ſeiner Bewegung.

„Man denke ſich nun unter MN Taf. XVII. Fig. 134. eine ſehr enge Röhre, de„ren centriſche Linie in die Kurve AMNC fällt, laſſe C den Anfangspunct der Coor„dinaten ſeyn und nenne, $QN = z'$, $CN = s'$, $OM = z$, $CM = s$. Bedeuten „alsdann P' und P die Drucke, die an den Enden N und M der bewegten Flüſſigkeit „ſtatt finden, ſo hat man die beiden Gleichungen

$$P' = g(h - z') - (\varphi) s' + F(t)$$
$$P = g(h - z) - (\varphi) s + F(t)$$

„Da nun aber die Oberfläche der Flüſſigkeiten, an den Enden M und N frei iſt, „ſo müſſen P' und P hier Null ſeyn; alſo

$$g(h - z') - (\varphi) s' + F(t) = 0$$
$$g(h - z) - (\varphi) s + F(t) = 0$$

„und daher $(\varphi) = g\left(\frac{z - z'}{s - s'}\right) = g\frac{\Delta z}{\Delta s}$: ein Ausdruck der beſchleunigenden „Kraft, von welcher ein unendlich ſchmaler Theil der Flüſſigkeit (filet fluide) „von unveränderlicher Länge, in einer Röhre von irgend welcher Krümmung, getrie„ben wird; und da dieſer Ausdruck genau derſelbe iſt, den wir oben für die be„ſchleunigende Kraft einer auf irgend welcher Kurve bewegten Kette gefunden „haben, ſo bleibt es ausgemacht, daß zwiſchen einem unendlich ſchmalen Theil der „Flüſſigkeit, und einer völlig beugſamen Kette, eine vollkommene Aehnlichkeit ſtatt „findet, und daß die aus dieſer Aehnlichkeit abgeleitete Theorie zu denſelben Reſulta„ten führen muß, als die ſtrenge Eulerſche Theorie von der Bewegung flüſſiger Maſ„ſen. Obgleich Euler, bei Anwendung dieſer Theorie die fortſchreitende Bewegung „(Mouvement linéaire) nur bei engen Röhren in Betracht gezogen hat, ſo hat „er doch bemerkt, daß man die Bewegung der Flüſſigkeiten in Röhren von beſtimmter „Weite auf dieſelben Geſetze zurückführen könne, ohne befürchten zu dürfen, daß der „Kalkul zu Schlüſſen führen werde, die von den Reſultaten der Erfahrung ſehr ab„weichen *). Es iſt aber auch wirklich ſehr leicht einzuſehen, daß die vorſtehenden

*) De motu fluidorum lineari Cap. 1. schol. 2.

„Formeln, in allen Fällen Anwendung finden, in welchen die, auf die Richtungen der „drei Axen reducirten Geſchwindigkeiten, v, v', v'', und die eben ſo gerichteten Kräfte „$\varphi, \varphi', \varphi''$, ſich auf die mit der centriſchen Linie des Kanals parallele Geſchwindigkeit „u und Kraft (φ) zurückführen laſſen. Dieſe Bedingung iſt aber immer erfüllt, wenn „die Länge des Kanals, im Verhältniß zu ſeinem Durchmeſſer, ſehr groß iſt, welches „bei den meiſten Flüſſen und Kanälen ſtatt findet. Fürwahr eine wichtige Bemerkung, „die die Bewegung des fließenden Waſſers auf gewiſſe Weiſe in das Gebiet der ſtren„gen Wiſſenſchaften verſetzt, obgleich die Phänomene jener Bewegung ſich bisher dem „Kalkul, dem man ſie unterwarf, zu entziehen ſchienen!

„Es bleibt uns nun noch übrig, zu zeigen, wie die vorſtehenden, aus allgemeinen „hydrodynamiſchen Geſetzen abgeleiteten Formeln, zur Beſtimmung der Kurve führen, „die wir oben die Kurve des beharrlichen Abfluſſes genannt haben.

„Es kommt hierbei darauf an, mittelſt jener Formeln, die krumme Linie zu finden, „die der Boden eines rechtwinklichten Kanals bilden muß, wenn die Oberfläche des im „Kanal frei fließenden Waſſers mit dem Boden immer parallel bleiben ſoll. Man „ſieht leicht, daß bei dieſem Zuſtande des Kanals, alle Waſſertheilchen lauter gleiche „und untereinander parallele Kurven beſchreiben; es wird alſo hinreichen, eine dieſer „Kurven auszumitteln. In jedem Fall wird ſich die obige Gleichung der Continuität „$\left(\frac{dv}{dx}\right) + \left(\frac{dv'}{dy}\right) + \left(\frac{dv''}{dz}\right) = o$ unbedenklich auf $\frac{du}{ds} = o$ bringen laſſen; durch „welche angedeutet wird, daß die Geſchwindigkeit eines Waſſertheilchens nach der Kur„ve, von welcher es in dem gegenwärtigen Augenblick einen Theil beſchreibt, von der „Stelle unabhängig iſt, die es auf dieſer Kurve einnimmt. Alle auf einander folgende „Waſſertheilchen, die ſich in demſelben Augenblick auf den auf einander folgenden Punc„ten dieſer Kurve befinden, bewegen ſich alſo mit derſelben Geſchwindigkeit, und das „Syſtem, welches ſie ausmachen, kann wie ein Waſſerfaden betrachtet werden, der „ſich in einer engen Röhre bewegt. Nimmt man alſo an, daß dieſer Waſſerfaden in „einem beſtimmten Zeitmoment eine gewiſſe Kurve bilde, ſo wird er, in dem nächſtfol„genden Moment, wenn der Abfluß nicht beharrlich iſt, eine andere der erſten unend„lich nahe gelegene Kurve bilden. Ein Waſſerfaden, der aus einer beſtimmten Anzahl „Theilchen beſteht, die ſich alle zu gleicher Zeit, mit derſelben Geſchwindigkeit nach ei„ner Kurve bewegen, muß daher in zwei auf einander folgenden Augenblicken, wie ein „Paar unendlich naher verſchiedentlich gekrümmter Röhren angeſehen werden, die in „keiner Beziehung aufeinander ſtehen. Nennt man p den Druck, den ein Theilchen in „der erſten, und p' den Druck, den es in der veränderten Röhre auszuhalten hat, ſo wer-

„den die Summen der Preſſungen aller dieſer Theilchen, in zwei aufeinander folgenden „Augenblicken, $\int p\,ds$ und $\int p'ds$ ſeyn. Die Variation der geſammten Preſſungen „iſt alſo $\int p\,ds - \int p'ds = \delta \int p\,ds$. Sollen dieſelben Theilchen aber in zwei auf „einander folgenden Augenblicken ihre Bewegung auf derſelben Kurve fortſetzen, d. h. „ſoll der Abfluß beharrlich ſeyn, ſo iſt die Variation der Totalpreſſung offenbar Null. „Man hat daher $\delta \int p\,ds = 0$, welche Gleichung, vereiniget mit $\delta \int ds = 0$, zur „Beſtimmung der geſuchten Kurve dienen wird. Die letztere, $\delta \int ds = 0$ drückt aus, „daß man in den veränderlichen Röhren dieſelbe Anzahl Waſſertheilchen beibehalten „will. Nimmt man nun an, daß keine andere Kraft, als die Schwere, auf die Flüſ„ſigkeit wirkt, ſo geht die obige allgemeine Formel für die Variation der Preſſungen, „die zwei auf einander folgende in einer engen Röhre bewegte Waſſertheilchen in demſel„ben Augenblick erleiden, nämlich

$$\delta p = X\delta x + Y\delta y + Z\delta z - (\varphi\delta x + \varphi'\delta y + \varphi''\delta z)$$

„dieſe Formel, ſage ich, geht über in $\delta p = - g\delta z - (\varphi)\delta s$. Aendert man δ in d, „und integrirt gehörig; ſo findet man die beſtimmte Preſſung, auf irgend ein Waſſer„theilchen, wie oben

$p = g(h-z) - (\varphi)s + F(t)$. Man hat alſo:

$$\int p\,ds = \int [g(h-z) - (\varphi)s + F(t)]\,ds = [gh + F(t)]s - (\varphi)\frac{s^2}{2} + B - \int gz\,ds$$

„und da die Sätze des zweiten Gliedes, die außer dem Integrationszeichen ſtehen, für „alle Kurven von derſelben Länge unverändert bleiben, ſo folgt, daß die Variation „$\delta \int p\,ds$, auf die von $\int gz\,ds$ zurückgeführt wird. Um die Kurve des beharrlichen „Abfluſſes zu beſtimmen, hat man alſo die beiden Gleichungen $\delta \int gz\,ds = 0$ und „$\delta \int ds = 0$, dieſe geben nach den bekannten Grundſätzen der Variations-Rechnung *), „die eine Gleichung $\delta \int gz\,ds + C.\,\delta \int ds = 0$. Nimmt man dz als unveränderlich „an, ſetzt $ds = \sqrt{dx^2 + dz^2}$ und wendet die Regeln jener Rechnungsart hierauf „wieder an, ſo folgt aus der vorſtehenden Gleichung

$$-\delta\left(\frac{gz\,dx}{\sqrt{dx^2 + dz^2}}\right) - C.\,d\left(\frac{dx}{\sqrt{(dx^2 + dz^2)}}\right) = 0 \text{ und das Integral}$$

$$\frac{C\,dx}{\sqrt{dx^2 + dz^2}} + \frac{gz\,dx}{\sqrt{dx^2 + dz^2}} = \pm D \text{ und endlich, für}$$

$$\frac{c}{g} = A;\ \frac{D}{g} = B;$$

*) Lagrange Mechanique analytique Tom. I. Cap. IV. No. 5. (A. d. Ueb.)

$\frac{dz}{dx} = \frac{\sqrt{(A+Z^2) - B^2)}}{\pm B}$; die bekannte Differental-Gleichung der Kettenlinie,
„und genau dieſelbe, die wir oben (art. 65 und 84) gefunden haben. Die Eigenſchaft
„dieſer Kurve, die Linie des beharrlichen Abfluſſes zu ſeyn, folgt alſo auch unmittelbar
„aus den allgemeinen Sätzen der Hydrodynamik.“

§. 66.

Weit entfernt, mir ein Urtheil über das Werk eines Mannes, wie Herr Girard, anzumaßen, kann ich doch nicht läugnen, daß mir beim Leſen der vorſtehenden Theorie, Zweifel aufgeſtoßen ſind, die ich mir hier kurz anzuführen die Erlaubniß nehme, deren Prüfung ich aber gern den geübteren Leſern ganz überlaſſe.

Vorzüglich ſcheint mir die Aenderung der Formel

$$\frac{dv}{dx} + \frac{dv'}{dy} + \frac{dv''}{dz} = 0, \text{ in } \frac{du}{ds} = 0$$

ihre allgemeine Anwendbarkeit zu beſchränken; denn jene Formel rührt davon her, daß man die flüſſige Maſſe als unpreßbar anſieht, und daß alſo die Variation des Inhalts eines jeden Theilchens Null d. h. $\delta(dx.dy.dz) = 0$ ſeyn muß, indem das Theilchen nur länger werden kann, wenn es ſchmaler wird. Es muß ſich aber in der Reihe ſolcher Waſſertheilchen auch ſchneller bewegen, wenn es wirklich ſchmaler; oder langſamer bewegen, wenn es breiter werden ſoll.

Die Gleichung $\frac{du}{ds} = 0$, ſchließt folglich jede Veränderung der Breite und Dicke aus, und beſtimmt ſchon, daß das Theilchen ſich immer eben ſo ſchnell als alle andern bewegen, alſo auch immer gleich lang bleiben ſoll. Dieß kann aber nur von feſten Körpern, oder von Flüſſigkeiten, die wirklich in eine Röhre eingeſchloſſen ſind, angenommen werden; will man alſo oben offne Kanäle wie Röhren behandeln, und will man auch dieſe Gleichung darauf anwenden, ſo ſcheint es, als legte man ſchon in die erſte Grund-Formel die Bedingung hinein, daß der Kanal mit lauter Ketten oder wirklichen Fäden, nicht aber mit Waſſerfäden angefüllt ſeyn ſoll: es würde hiernach alſo auch leicht zu erklären ſeyn, woher die Rechnung am Ende wieder auf dieſe Ketten hinaus kommen muß *). Wie dem aber auch ſey: genug Herr Girard und mehrere der erſten Ma-

*) Lange nachdem ich den §. 66 niedergeſchrieben hatte, gelang es mir endlich, Herrn Prony's, durch das obige Girardſche Memoire veranlaßte Schrift (Recherches physico-mathematiques sur la theorie des eaux courantes; par R. Prony. Paris 1804.) zu erhalten, die erſt nach meiner Abreiſe aus Paris im Druck erſchienen iſt, aber gar nicht verkauft wird. Her

thematiker erkannten die vorſtehende Theorie als richtig an, und man beſchloß, die Richtigkeit derſelben am Ourcqu-Kanal zu prüfen. Wir kehren alſo wieder zu der erſten Abhandlung des Herrn Girard zurück, die wir mit §. 64 verlaſſen haben.

§. 67.

Die Dimenſionen des Kanals waren beſtimmt, und es kam nur noch darauf an, ſein Gefälle von 10,1414 Meter zweckmäßig zu vertheilen. Schon der Schifffahrt wegen, war es nöthig, auf Mittel zu denken, die das Waſſer im Kanal allenthalben gleich tief erhielten. Schleuſen, die dieſen Zweck am ſicherſten erreichen, indem man zwiſchen ihnen das Waſſer gewöhnlich ganz in Niveau ſtehen läßt, ſind aber, wie oben angeführt iſt, hier nicht anwendbar. Außerdem war es nöthig, auch dem Abſpülen der Ufer vorzubeugen, oder wenigſtens den Kanal ſo einzurichten, daß das Waſſer keine Urſache hätte, eine Stelle ſtärker als die andere abzuſpülen, d. h. daß es auf alle Stellen gleichen Druck äußerte. Dieß veranlaßte die ſo eben aus einander geſetzte Theorie vom beharrlichen Abfluß, die, nach Herrn Girards Meinung, durch die Erfahrung an allen Flüſſen, die von ihrer Quelle bis zum Ausfluß im gleichförmigen Boden fließen, und ſich ihr Bette durch die Länge der Zeit allmählig ſelbſt gebildet haben, ſicher beſtätiget wurde. Man beſchloß alſo den Abhang des Ourcqu-Kanals nach einer Kettenlinie zu vertheilen, und ſtatt dem ganzen Kanal auf jede 10,000 Meter Länge einen Meter Fall zu geben, erhielt er jetzt, bei der Mündung aus dem Ourcqu, auf 5,000 Meter 1 Meter Fall, und unten bei Paris nur auf 100,000 Meter 1 Meter Gefälle.

Die Fig. 134. Taf. XVII. iſt eine ziemlich genaue Abbildung der Kurve, nach welcher das Gefälle des Kanals vertheilt wird; nur muß man dabei auf die Verſchiedenheit des Längen- und Höhenmaaßſtabes Rückſicht nehmen, die durch Fig. 133. angedeutet iſt, indem Fig. 133. a. den Längenmaaßſtab, Fig. 133. b. aber den Höhen-Maaßſtab vorſtellt, nach welchem Fig. 134. gezeichnet iſt.

Prony entwickelt und beſtätiget darin die im §. 63. vorgetragene Girard- und Coulombſche Theorie, handelt mehrere höchſt intereſſante bei der Bewegung des Waſſers in Betracht kommende Umſtände ſehr allgemein und rein analytiſch ab, und kommt dann auch auf die Girardſche Anwendung der Kettenlinien, wobei er aus ſeinen allgemeinen Formeln darthut, daß die Kettenlinie nur für ein Aggregat an einander gereiheter feſter Körper, aber nicht für eigentlich flüſſige Körper, inſofern ſie in offenen Kanälen fließen, die Courbe d'écoulement stable ſeyn. Da Herr Prony ſich gar nicht auf Widerlegung der Girardſchen Theorie einläßt, oder nicht angibt, worin der Fehler in den Girardſchen Rechnungen liege; ſo glaube ich den §. 66. ungeändert ſtehen laſſen, und meine Meinung den competenteren Richtern zur Prüfung vorlegen zu dürfen.

Herr Girard gibt nun noch, zum Schluß ſeiner Abhandlung, eine Beſchreibung des gewählten Kanalzuges, welchem keine beſonders wichtigen Schwierigkeiten entgegen ſtehen. Bloß an ein Paar Stellen muß der Kanal durch künſtliche Waſſerleitungen über Tiefen geführt, und an andern Stellen müſſen kleine Bäche darunter durchgeführt werden. Im Ganzen hat man aber die Linie der geringſten Ausgrabung (du moindre deblais) verfolgt.

§. 68.

Wir wenden uns nun zur Beſchreibung des Kanals, ſo weit er im Jahr 1803 fertig war; zuvor muß aber der Ausdruck du moindre deblais, noch etwas erörtert werden.

Es iſt bekannt, daß beim Ziehen von Kanälen das Ausgraben der Erde in der Regel noch lange nicht ſo viel Beſchwerde und Koſten verurſacht, als das Wegſchaffen derſelben. Dagegen iſt es auch ſehr oft der Fall, daß der Kanal durch Thäler durchgeführt werden muß, in denen ſein Waſſerſpiegel höher iſt, als der Boden des Thals, ſo daß man hier zur Schüttung der das Kanalwaſſer zuſammen haltenden Dämme eine Menge Erde nöthig hat. Zwiſchen beiden Fällen liegt der in der Mitte, bei welchem die aus dem Bette des Kanals ausgegrabene Erde, gerade zu Schüttung der Dämme, die zugleich als Treideldämme dienen, hinreicht, und bei welchem folglich gar keine Erde wegzuſchaffen iſt *). Es hängt von der Breite und Tiefe des Kanals, und von der Stärke der Treideldämme ab, ob der Waſſerſpiegel dabei unter oder über das natürliche Terrain treffen ſoll: jedesmal wird aber jener mittlere Fall, der wohlfeilſt mögliche, und daher, wo es irgend angeht, zu wählen ſeyn. Faſt allenthalben, wo man Kanäle zieht, iſt das Terrain nach einer Seite abhängend, denn den Kanal mitten durch ein tiefes Thal zu führen, wird man ſich, wegen der unvermeidlichen Verſandungen und Verſchlemmungen, durchaus nicht erlauben dürfen.

An jedem ſchrägen Abhange läßt ſich aber leicht eine Linie, in einer beſtimmten Höhe, alſo auch in der zur mindeſten Ausgrabung gehörigen Höhe herumführen, und dieſe iſt es, nach der man den Kanal zu ziehen ſucht. Freilich iſt man dadurch oft zu vielen Krümmungen genöthiget, die den Kanal unnützerweiſe verlängern, allein wie das Terrain auch beſchaffen ſey, ſo wird die Führung nach flachen Krümmungen doch faſt immer dem Durchſtich der Anhöhen vorzuziehen ſeyn. Oft muß man dabei auch die Seite des Thals, auf welchem der Kanal gezogen wird, wechſeln, und auf die an-

*) Man vergleiche die Note zum §. 133.

dere Seite übergehen; dann ſucht man die Stellen wieder ſo zu wählen, daß die bei dem Ausgraben in den Anhöhen vor und hinter dem Zuge übers Thal, übrig bleibende Erde, gerade zur Ausfüllung des Thales hinreicht, inſofern nämlich nicht etwa eine Brückenwaſſerleitung für nöthig erachtet wird. Eine dritte Art die Ausgrabungskoſten zu vermindern, beſteht in der Wahl der Stellen, wo Schleuſen liegen ſollen; von dieſen weiter unten; hier genügt es, anzumerken, daß Herr Girard die Wahl des Zuges für den Ourcqu-Kanal durch die beiden obigen Rückſichten leiten ließ, und daß man dieſe, wie noch mehrere Beiſpiele zeigen werden, wo es nur irgend angeht, bei allen Franzöſiſchen Kanälen befolgt. Auch hier ſehen wir alſo wieder einen Fall, wo durch eine zweckmäßige, freilich etwas kühnere Franzöſiſche Bauart, nämlich dadurch, daß man den Waſſerſpiegel des Kanals faſt immer über das natürliche Terrain erhöhet, eine außerordentliche Erſparung bei den Anlagekoſten erhalten wird.

§. 69.

Mit Ausführung der Arbeiten an dieſem Kanal, ging man, wie überhaupt in der Regel, von unten nach oben fort, das heißt, man fing in der Nähe von Paris bei dem Dorfe Pantain an, näherte ſich ſo immer mehr dem Ourcq, und war im Jahr 1803. bis in den Wald von St. Denis gekommen. Bei weitem an den meiſten Stellen war hier der Kanal mit ſeinem Waſſerſpiegel etwas über das Terrain erhöhet, und dabei die Wahl der Linie der mindeſten Ausgrabung unverkennbar. Die den Kanal durchgehends einſchließenden Treideldämme ſind etwas nach der Landſeite geneigt, ſo daß das auf ſie fallende verunreinigte Regenwaſſer nicht in den Kanal fließen kann, ſondern auswärts auf die Felder oder in die Parallel-Graben abfließt, wie das Profil Taf. XVII. Fig. 132. dieß ſchon zeigt.

Bald oberhalb Pantain, iſt man genöthiget geweſen, eine bedeutende Anhöhe durchzuſtechen, die zum Theil aus verhärtetem Mergel beſteht, und daher mit der Pike ſtatt des Spatens hat bearbeitet werden müſſen. Demunerachtet ſind die Treidelwege hier alle im Niveau geführt, und faſt eben ſo tief als der Kanal ſelbſt, in das Terrain eingeſchnitten: offenbar eine ſehr zweckmäßige Methode, die auch das Treideln ſelbſt ſehr erleichtert, aber freilich die Grabungskoſten anſehnlich erhöhet, und die man daher, an vielen deutſchen Kanälen, nicht befolgt findet. So hat z. B. der vortreffliche Hollſteiniſche Kanal ſteigende und fallende Treidelwege. Taf. XVIII. Fig. 142. iſt das ungefähre Profil des Ourcqu-Kanals in dieſer Anhöhe, bei welchem zugleich auf die doppelten Nebengraben a a und b b aufmerkſam zu machen iſt, da auch dieſe, bei Deutſchen Kanälen, leider nur zu oft vermißt werden.

Es iſt oben angeführt, daß die Ufer des Kanals eine 1½ füßige Doſſirung erhalten ſollen; dieſe ſcheint aber, bei der beſtändigen Bewegung des Waſſers, doch faſt noch zu geringe, wenigſtens bemerkte man, da wo nur Sammelwaſſer im Kanal ſtand, und durch den Wind bewegt war, ſchon merkliche Abſpülung; doch — die Wahl der Doſſirung gründet ſich auf zuverläſſige Erfahrungen oder Verſuche.

§. 70.

Nahe unterhalb des Dorfes Bondy, hat man einen kleinen Bach, Ruisseau de Raincy, mittelſt einer ſteinernen Waſſerleitung, von 5½ Fuß Weite, 3¼ Fuß Höhe, unter dem Kanal durchgeführt, weil dieſer Bach zu niedrig lag, und zu unreines Waſſer führte, um in den Kanal aufgenommen zu werden. Taf. XVIII. Fig. 143, b ſtellt eine Anſicht von der Einmündung dieſer Leitung, Fig. 143, a den Längendurchſchnitt durch die Mitte derſelben, und Fig. 144. den Grundriß des Kanals, oder vielmehr der Deiche deſſelben, dar.

Zur Erleichterung der Ueberſicht ſind die Kanaldeiche in allen drei Figuren mit A und die niedrigen ſie kreuzenden Deiche des Baches mit B bezeichnet. Die Waſſerleitung iſt ganz von geſchnittenen weißen Sandſteinen aufgeführt, ohne Pfahlwerk gegründet, und oben, ſo wie unten, flach gewölbt. Die Deiche B ſind auch bloß an das ſchmale Ende der Leitung angeſchüttet, und gar keine beſondern Flügel-Mauern angebracht. Der äußerſt gute Lehmboden, und die vortrefflich ausgeführte Erdarbeit, läßt aber dabei nichts beſorgen. Der Bach wurde jetzt zugleich zur Ableitung des Sammelwaſſers aus dem Kanal benutzt, indem man den Kanal-Deich deßhalb durchgeſtochen, und das Waſſer, unterhalb der ſteinernen Leitung, in den Bach geführt hatte, wie die fein gezogenen Linien Taf. XVIII. Fig. 144. dieß deutlich machen werden. Beim Dorfe Bondy iſt ein kleiner Hafen angebracht, indem man den Kanal hier an der einen Seite, ſehr verbreitet, und ein Baſſin ausgegraben hat; es iſt Schade, daß man dabei der zweckmäßigen Benutzung des Kanals zur Schifffahrt, ſo viel aufopferte: denn die obige Theorie von der Neigung nach der Kettenlinie, und von der dadurch zu erhaltenden ganz gleichförmigen Geſchwindigkeit, wird durch dieſes Baſſin, und einige andere, die weiter oberhalb angebracht werden ſollen, offenbar ganz unpaſſend. Das Waſſer im Kanal mag nach ſeiner Anfüllung ſtehen wie es will, ſo wird dieß die Theorie des beharrlichen Abfluſſes weder beſtätigen noch widerlegen; man müßte denn die Baſſins noch mit in Rechnung zu bringen, und mit Rückſicht darauf, die Kurve zu beſtimmen ſuchen, die das Kanalbette fordert. So viel ich erfuhr, hatte man daran aber noch nicht gedacht,

und es bleibt alſo auch in dieſer Hinſicht ungewiß, ob der Zweck, bei der oben beſchriebenen Vertheilungsart des Gefälles, erreicht werden wird.

§. 71.

Ehe wir den Ourcqu-Kanal verlaſſen, ſoll hier noch einer Idee des Herrn Girard erwähnet werden, die, wenn auch noch nicht ausgeführt, ſo doch äußerſt ſinnreich iſt, und bei dem Ourcqu-Kanal wahrſcheinlich realiſirt werden wird. Herr Girard will nämlich mehrere kleine Bäche, die den Kanal kreuzen, zur Hergebung ihres Waſſers für den Kanal benutzen, und auch ganz davon ſepariren können. Gewöhnliche Zuleitungen mit Schützen würden den Lauf des Kanals alteriren, die Ufer abſpühlen, u. ſ. w. Um dieß zu verhüten, ſollen dieſe Bäche, deren natürlicher Waſſerſpiegel mit dem Kanal ungefähr gleiche Höhe hat, mittelſt unterwärts gekrümmter Abzüge (wie die unten beim Kanal von St. Quentin zu beſchreibenden) unter dem Kanal durchgeleitet, in der Mitte des Kanalbodens aber, im Gewölbe des Abzugs, ein großes Muſchelventil, das ſich nach oben öfnet, und am untern Ende des Abzuges ein Schützbret angebracht werden. Verſchließt man dieß, und hemmt dadurch den Abfluß des Baches; ſo muß er natürlich etwas höher als der Kanal ſelbſt anſchwellen, dann das Muſchelventil öfnen, und ſein Waſſer in den Kanal abſetzen; welches aber wieder aufhört, ſo bald man das Schützbret aufzieht, und den Waſſerſpiegel des Baches zu ſeinem natürlichen Stande herabſinken läßt.

§. 72.

Zum Schluß des gegenwärtigen Abſchnittes ſollen hier noch ein Paar bisher ganz übergangene Gegenſtände nachgeholt werden, nämlich die Chauſſeen in der Gegend von Paris und die Windmühlen bei Paris, ſo wie in Frankreich überhaupt.

Frankreich und beſonders der nördliche Theil deſſelben, die ſogenannten Franzöſiſchen Niederlande, haben eine ſehr große Menge gepflaſterter Chauſſeen, die größtentheils unter der Regierung Ludwig des XIVten, zum Theil auch noch früher, angelegt ſind. Nach derſelben Bau-Art ſind auch die Straßen von Paris und alle aus Paris nach den andern Departements gehenden Hauptſtraßen auf eine bedeutende Entfernung (12 bis 18 deutſche Meilen von Paris) durchgehends gepflaſtert, und einige ſehr große Straßen ſind, auf ihrer ganzen Länge, eben ſo gebauet.

Oben Abſchnitt I. §. 7. iſt die jetzige neue Bauart mehrerer Franzöſiſchen Chauſſeen beſchrieben; was die in Rede ſtehenden älteren anbetrifft, die jetzt nur noch unterhalten

und reparirt werden, ſo beſtehen ſie gewöhnlich in einer ſehr breiten, geraden, mit Graben eingefaßten, und mit Pappeln, Nußbäumen oder anderen fruchttragenden Bäumen beſetzten Allee, die im Sommer, in ihrer ganzen Breite, von einem Graben bis zum andern, zum Fahrwege dient. In der Mitte der Allee befindet ſich die eigentliche Steinchauſſee, oder der gepflaſterte Weg, von 12 bis 20 Fuß Breite, bisweilen auch noch breiter.

Das Pflaſter deſſelben beſteht aus genau viereckig behauenen Steinen, von 8 Zoll im Quadrat auf der Oberfläche, und 12 bis 18 Zoll Höhe. Dieſe Steine werden nun auf ihre untere ganz rauhe Seite, oder auf die Spitze geſtellt, und auf den planirten an ſich feſten Boden, den Frankreich beinahe allenthalben hat, in Sand, unten zum Theil auf und zwiſchen kleineren Steinen gelagert, und ſehr feſt gerammt: auf jede nach der Breite der Straßen gelegte Schicht folgt eine zweite, deren Fugen auf die Steine der erſten treffen, ſo daß das Pflaſter, von oben geſehen, den Verband Taf. XVII. Fig. 135. darſtellt, wobei Fig. 136. ein Stück des Durchſchnitts dieſes Pflaſters andeutet. Die bedeutende Höhe der Steine iſt nöthig, um zu verhüten, daß die eine Seite der Oberfläche ſich nicht mehr als die andere herunterſenke, wodurch die Straße uneben werden würde. Man ſieht leicht, daß ſolche Chauſſeen vor den Kießchauſſeen die entſchiedenen Vorzüge haben, nie aufweichen, und ſich auch nicht ſo leicht ausfahren zu können; bei lebhafter Paſſage ſchleifen ſich indeſſen doch Geleiſe in die Steine ein, ſo daß man dieſe von Zeit zu Zeit durch andere zu erſetzen genöthiget iſt. Dieß iſt da vorzüglich oft nöthig, wo man zu den Pflaſterſteinen in der Regel, aus Mangel härterer Steinſorten, nur feſte Kalkſteine verwendet, die in der Näſſe bekanntlich nicht ſehr dauerhaft ſind. Ein anderer Fehler der gepflaſterten Chauſſeen iſt der, daß die Pferde, wenn ſie große Laſten ziehen, die Füße auf dem Pflaſter nicht feſt anſtemmen können, ſondern ſich nur mit der Spitze des Hufes in den Fugen, zwiſchen zwei Steinen, feſt zu halten ſuchen müſſen.

Bei den meiſten beſonders alten Chauſſeen dieſer Art, findet man den gepflaſterten Theil gar nicht mehr gewölbt, ſondern, wie es ſcheint, in der Mitte ſo heruntergefahren, daß er als ganz horizontal angeſehen werden kann, obgleich die weniger befahrnen Stellen deutlich zeigen, daß er ſtark gewölbt angelegt geweſen iſt. Die geringe Breite des Pflaſters, und das ſehr breite Geleiſe der Franzöſiſchen Wagen, nöthiget die letztern oft, auf die Sommerwege (zu den Seiten des Pflaſters) zu fahren; dieſe ſind dadurch aber häufig ſehr erweicht und ausgefahren, ſo daß das Pflaſter nun, ungefähr wie der obere ſchmalere Bohlenbelag bei hölzernen Brücken, mit einer Stufe von 6 und mehreren Zollen Höhe, vorragt, und jeder Wagen, der einem andern ausweicht, immer mit einiger

Gefahr, wenigſtens mit einem Rade, hier in den Sommerweg hinab zu gleiten genöthiget iſt. Bedenkt man die enorme Koſtbarkeit, und die Nachtheile dieſer Chauſſeen, für die Pferde ſowohl, als für die Sicherheit und Bequemlichkeit der Reiſenden ſelbſt, beſonders wenn ſie nicht recht breit ſind, ſo iſt leicht einzuſehen, warum die jetzige Regierung nicht mehr Chauſſeen der Art anlegen läßt. In Paris ſelbſt ſind alle Straßen auf eben die Art, und zwar größtentheils in der Mitte vertieft, gepflaſtert; die Form der Straßen kann wohl nicht leicht unzweckmäßiger ſeyn; die Art des Pflaſterns ſelbſt aber wird hier durch den ſtarken Verkehr nöthig, und doch findet man die Steine dabei nicht ſo ausgefahren, als auf den Land-Chauſſeen, weil man in der Stadt keine Koſten ſparen darf, und die allerhärteſten Steine zum Pflaſtern benutzen kann.

§. 73.

In Paris gibt es im Grunde nur ſehr wenige Mühlen, und zwar theils Schiff-Mühlen, die die Seine bewegt, und die, wie die oben §. 10. beſchriebenen Mühlen, eingerichtet ſind, theils Mühlen, die durch Dampfmaſchinen u. ſ. w. getrieben werden, worüber Herr Prony in ſeinen ſchätzbaren Schriften manches angeführt hat: hier werde ich indeſſen etwas von den Windmühlen, die Paris faſt auf allen Seiten umgeben, ſo wie von den Windmühlen überhaupt ſagen, die ich in Frankreich zu ſehen Gelegenheit hatte. Im Ganzen findet man die Franzöſiſchen Windmühlen, beſonders wenn man ſie mit den Holländiſchen vergleicht, nicht gerade muſterhaft eingerichtet. Sie ſind, wie in Deutſchland, theils Bock-Mühlen, theils ſogenannte Holländiſche Mühlen: die letzten aber faſt immer bis zur Haube maſſiv, und zwar ganz cylinderförmig aufgeführt. Taf. XVII. Fig. 125 iſt eine ſolche Mühle, wie man ſie in der Regel antrifft, im Grundriß, Fig. 124. in der Anſicht, und Fig. 123 im Längendurchſchnitt dargeſtellt. Das durchweg bergigte Terrain Frankreichs macht die große Höhe der Windmühlen unnöthig, weßhalb man ſie nur 30 bis 40 Fuß hoch bauet, und die Flügel dann bis zur Erde herabreichen läßt, wobei die Gallerie ganz erſpart wird, und die Flügel 60 bis 75 Fuß Länge erhalten: dabei treiben ſie aber, wie wir gleich ſehen werden, doch immer nur einen Gang. Die Windmühlen haben in der Regel drei Etagen, die untere dient bloß zum Säck-Boden, und iſt, die Treppe ausgenommen, ganz leer, bisweilen auch, wenn die Mühle auf einem kleinen Hügel ſteht, in der Erde vertieft, und mittelſt eines Einſchnittes in den Hügel zugänglich, ungefähr wie die in kleinen Anhöhen in der Erde angebrachten Kalkofen. Die Treppe nach der obern Etage findet man bald, nach Fig. 125, in Form einer Windeltreppe, aufgeführt, bald auch eine gewöhnliche hölzerne Treppe angebracht. In der zweiten Etage befindet ſich nun der Mehlkaſten, und das Beutel-Werk, (wenn

eines bei der Mühle iſt) und erſt in der dritten Etage, alſo unmittelbar unter der Haube, iſt das Steingebiet angebracht. Was die nähere Einrichtung der Mühlen anbetrifft, ſo ſind die Mauern oben in der Regel 3 Fuß dick, dabei aus rohen geſprengten Bruchſteinen aufgeführt, und nicht geputzt. Die Flügel haben bei der oben angegebenen Länge, 7 bis $8\frac{1}{2}$ Pariſer Fuß Breite, indem nämlich die Sproſſen durch die Ruthen durchgeſteckt ſind, und auf jeder Seite der Ruthe ein Segel angebracht iſt, wodurch, außer der großen Breite, auch noch der Vortheil erhalten wird, daß die Ruthen nicht völlig ſo leicht brechen können, als wenn ſie nur auf einer Seite Segel haben. Die Ruthenwelle hat die bei Deutſchen und Holländiſchen Mühlen gewöhnliche Einrichtung, ſie iſt nämlich vorne mit einem mit Eiſen beſchlagenen Hals verſehen, und läuft gewöhnlich auf einem harten Marmorblock: deſto mehr unterſcheidet ſich aber die Haube von den Deutſchen Mühlenhauben. Sie hatte bei allen Mühlen der Art, die ich in Frankreich ſah, jedesmal die Geſtalt eines gleichſeitigen Kegels, und bloß einen kleinen Ausbau vorn über dem Wellhals, ſo wie hinten einen ähnlichen Ausbau, in Form eines Erkerfenſters, über dem vorſtehenden Balken, an welchem der Schwanz angebracht iſt. Oben auf der Mauer, rund um die Mühle, liegt eine ſtarke Mauerlatte, die oben mit einer eiſernen Schiene beſchlagen iſt, und die Haube trägt, wie die Profil-Zeichnung Taf. XVII. Fig. 126. näher ausweiſt. b iſt darin die Mauerlatte, i die darauf angeſchlagene Schiene, und aa ſind die Stichbalken, in welchen die Sparren der Haube befeſtiget ſind; dieſe Stichbalken ruhen unmittelbar auf der Schiene i, und werden beim Drehen der Haube darauf herumgeſchoben. Um dabei aber das Verſchieben der Haube zu verhüten, iſt auch die innere Seite der Mauerlatte mit einer eiſernen Schiene beſchlagen, und unter den Stichbalken ein zweites Gebälke cc angebracht, wovon jedes Balken-Ende mit einer Rolle verſehen iſt, die an der zweiten eiſernen Schiene o hingleitet, und dadurch die Seiten-Bewegung der Haube ganz verhindert, zugleich aber auch die Seitenreibung weniger nachtheilig macht. Man bringt hier alſo bloß Rollen an, um die Reibung zu vermeiden, die vom Winde durchs Andrücken der Haube an eine Seite der Mühle entſteht, ganz ohne auf die durch das eigene Gewicht der Haube erzeugte Reibung Rückſicht zu nehmen. Bei einer vorzüglich ſchönen Windmühle in Orleans, fand ich die Haube jedoch ganz nach Art der maſſiven Holländiſchen Mühlen, auf Rollen ruhend, und dabei nicht mit einem Schwanz verſehen, ſondern durch ein Räderwerk beweglich, das an der Haube hing. Taf. XVIII. Fig. 137. zeigt dieſe Einrichtung nach ziemlich großem Maaßſtabe gezeichnet. Außer der Mauerlatte b, worauf der Rollenkranz a ruht, war nämlich noch eine zweite c geſtreckt, und ihre obere Seite mit Kämmen verſehen. An dem Gebälke der Haube war dagegen ein liegender Drilling ω ω, und an ſeiner Welle ein großes Stirn-

rad uu angebracht, dieß griff in ein Getriebe r, und deſſen Axe x, war mit 4 langen Armen (Handſpeichen) verſehen, ſo daß man durchs Herumbewegen dieſer Arme, auch das Getriebe q, das Rad uu, und den Drilling ωω, der in die Zähne der Mauerlatten c eingriff, drehen, und die Haube dadurch alſo ſchieben konnte. Bei den gewöhnlichen auf Taf. XVII. abgebildeten Mühlen, war ſtatt deſſen bloß unmittelbar am Gebälke der Haube, ein langer Schwanz angebracht, der bis zur Erde herabreichte, von wo aus man die Haube alſo unmittelbar drehen konnte.

An der Ruthenwelle befand ſich jedesmal ein großes Kammrad, deſſen Conſtruction von der der Deutſchen Räder wenig abwich, bloß die Verſchirrung ſelbſt unterſchied ſich etwas davon. Das Kammrad hatte gewöhnlich 50 Kämme, und das Getriebe, in welches es greift, 10 ganz cylindriſche Stäbe; die Kämme waren dabei durch die dreifachen Felgen des Kammrades durchgeſteckt, und unten mit einem durchgeſteckten hölzernen Nagel befeſtiget, aber nicht ſenkrecht auf die Fläche des Kammrades geſtellt, ſondern ſehr merklich dagegen geneigt; beſonders auffallend war dieß bei der Mühle in Orleans, wo die Axe jedes Kammes $\frac{1}{2}$ Zoll überhing, wie die Zeichnung Taf. XVIII. Fig. 138. dieß deutlicher machen wird. Man verſichert, daß dadurch die Reibung vermindert, und die Dauer der Kämme vermehret werden ſoll. Dieß iſt auch ſehr natürlich, weil bei der ſchrägen Stellung, der Stock des Getriebes, mehr nach der Länge der Holzfaſern, auf den Kämmen hingleitet, und lange nicht ſo ſtark ans Hirnholz reibt, als bei ſenkrechter Stellung. Eben ſo vortheilhaft iſt die Geſtalt, die man den Kämmen hier gibt, und die die Fig. 138. ziemlich genau ausdrückt. Man ſieht leicht, daß ſie von der Cykloidal-Form weit weniger abweicht, als bei Deutſchen Mühlen, wo die Kämme oft nicht einmal geründet werden. Die Preſſe um das Kammrad, fand ich in den meiſten Mühlen aus $1\frac{1}{2}$ zolligen, um das Rad gekrümmten, und ſehr elaſtiſchen Bretern angefertiget, ſo daß dieſe Preſſe ſich beim Aufheben des Preßbalkens ſehr gut vom Kranz des Rades löſete. Bei einigen Mühlen, in der Gegend von Chateau neuf an der Loire, hatte man ſogar bloß eine einzige in der Mitte geſpaltene junge Birke zur Preſſe benutzt, und ſie rund um das ganze Rad gekrümmt: das eine Ende war nämlich nach Taf. XVIII. Fig. 139. durch eine kurze Kette ab am Balken a befeſtiget, der halbe junge Birken-Stamm dann nach bcde gekrümmt, und das andere Ende e wurde hier ſtatt des Gewichts, womit man den Preßbalken ſonſt beſchwert, bloß durch einen langen Hebel df heruntergedrückt, der nach Fig. 140 um d beweglich, und in e mit dem Ende des Preßbiegels verbunden war. Das Ende f des Hebels df konnte man aber, mittelſt eines Vorſteck-Nagels, an dem durchlöcherten Ständer gf höher oder niedriger befeſtigen. Nur wenige Mühlen hatten Preſſen nach Deutſcher Art; dagegen war der Drilling,

das Mühleiſen, und die Haue des Mühlſteins gerade wie in den Deutſchen Mühlen angefertiget. Am weſentlichſten unterſchieden ſich von den Deutſchen die Franzöſiſchen Mühlſteine ſelbſt: ſie hatten faſt durchgehends 6 Pariſer Fuß Durchmeſſer, dabei aber gemeinhin nur ſechs Zoll Dicke, und waren dennoch häufig nicht einmal mit eiſernen Ringen beſchlagen: wo ich Ringe um die Mühlſteine fand, da war es immer nur, wegen merklicher Riſſe des Steins, oder wohl gar, weil der Stein aus zwei Stücken zuſammengeſetzt war, aber nie aus Vorſicht geſchehen. Bei dieſer geringen Dicke iſt der Bodenſtein gewöhnlich noch einen Zoll, oft auch noch mehr, in der Mitte koniſch erhöhet, und der Läufer eben ſo viel vertieft, ſo daß dieſer wirklich unglaublich ſchwach ausfällt, und nur bei einer ſo ſchönen Maſſe, als die dieſer Steine es iſt, (nämlich ein Gemenge von Quarz und etwas Feldſpath) noch hinreichende Feſtigkeit gewähren kann. Bedenkt man, wie äußerſt klein der Druck iſt, den der Läufer bei ſeiner großen Fläche und geringen Dicke hier auf das Getreide ausübt, ſo geräth man wirklich in Verſuchung zu glauben, daß die gewöhnliche Theorie, nach welcher die Menge des gemahlnen Getreides vom Gewicht des Läufers abhängen ſoll, nicht ſowohl allen Franzöſiſchen Müllern durchaus unbekannt, als vielleicht wirklich unrichtig ſeyn dürfte. Nicht weniger merkwürdig iſt es, daß alle franzöſiſchen Mühlſteine keine Hauſchläge haben, ſondern daß der Bodenſtein gewöhnlich ſehr eben, der Läufer aber ganz gleichförmig rauh gepickt iſt. Rumpf und Schuh ꝛc. fand ich hier, wie bei Deutſchen Mühlen angebracht, auch das Beutelwerk, das in dem Durchſchnitt Fig. 123, und nach größerm Maaßſtabe, im Grundriß in Fig. 131. vorgeſtellt iſt, hatte keine beſondere Einrichtung; es beſtand, wie gewöhnlich, aus einer mit vier Warzen verſehenen Scheibe a, die einen Arm b c der ſtehenden Welle d erſchüttert, während der andere Arm e g, der an der Mitte des Beutelſackes k h befeſtiget iſt, dieſen Sack hin und her bewegt. Bei ſehr vielen Franzöſiſchen Mühlen findet man, wie in Holland, gar keine Vorrichtung zum Beuteln, ſondern ſtatt deſſen beſondere Beutel-Maſchinen, wovon ſogleich eine beſchrieben werden ſoll. Zum höher oder niedriger Stellen des Läufers ruhete das Ende des Steges b, der die Spur des Mühleiſens trug, nach Taf. XVIII. Fig. 139 auf einem um q beweglichen Hebel a b c, das Ende c war mittelſt eines Stabes oder Taues c d, an einen um e beweglichen Hebel d e f befeſtiget, und dieſer mit dem Ende f durch das Tau f g h, in h angebunden, die Mitte des Taues f g h konnte aber an einem mit Nägeln beſchlagenen Balken an einen oder den andern Nagel angehakt, alſo mehr oder weniger ſeitwärts gezogen, dadurch ſtärker oder weniger geſpannt, und ſo der Steg gehoben oder herabgelaſſen werden.

Was die Franzöſiſchen Bock-Windmühlen anbetrifft, ſo kommen ſie in der Bauart

mit den Deutſchen Bock-Mühlen überein, ihre Flügel, Conſtruction des Räderwerks, Preſſe, Steine u. ſ. w. ſind aber wie bei den oben beſchriebenen großen Mühlen eingerichtet, und ſelbſt in den Bockmühlen findet man nicht ſo leicht Steine unter 6 Pariſer Fuß Durchmeſſer. Am Ende des VIten Abſchnittes ſoll noch einiges von den Franzöſiſchen Waſſermühlen erinnert werden.

§. 74.

Die im vorigen § zu beſchreiben verſprochene beſondere Beutel-Maſchine iſt Taf. XVII. Fig. 129. in der Längen- und Fig. 130. in der Quer-Anſicht abgebildet.

Ein 8 Fuß langer Cylinder, von 2 Fuß Durchmeſſer, erſetzt dabei das Beuteltuch. Man denke ſich einen großen parallelpipediſchen Kaſten, von etwa 3 Fuß Breite, 4 Fuß Höhe, und 8 Fuß Länge, durch dieſen Kaſten geht, nach der Länge deſſelben, eine hölzerne 4 Zoll dicke Welle ab, ragt mit ihrem Vorderende a zum Kaſten heraus, und kann hier, durch eine daran angebrachte Kurbel a c herumgedreht werden: alle 1 oder 2 Fuß ſind hölzerne Stäbe ſenkrecht durch dieſe Welle durchgeſteckt, und an ihren Enden Tonnenbände befeſtiget, ſo daß ein großer leinener Sack, der über dieſe Tonnenbände gezogen wird, jenen Cylinder AB bildet, welcher alſo mit Hülfe der Kurbel a c, im Kaſten herum gedreht werden kann. Das eine Ende B des Cylinders iſt ganz offen, das andere A ſchließt aber an einen unbeweglichen hölzernen Cylinder E D dicht an; dieſer iſt vorn mit einem hölzernen Boden verſehen (welcher in der Quer-Anſicht nur durch feine Linien angedeutet worden). Ueber dieſem Cylinder befindet ſich ein Behälter E mit Mehl, das allmählig, bei der durchs Drehen des Cylinders bewirkten Erſchütterung der Maſchine, in den Cylinder CD, und wenn es ſich hier häuft, auch in den gedrehten Cylinder A B fällt, wo es aber nicht ſtill liegen bleiben kann, ſondern immer herumgeworfen wird, bis es endlich, nachdem die kleinen Theile durch die Leinwand durchgeſtäubt, und in den zuvor erwähnten großen Kaſten gefallen ſind, am andern Ende bei d, als bloße grobe Kleie, herausfällt.

Die Maſchine bedarf zwar Menſchen zur Bewegung, und beutelt äußerſt langſam, hat aber den Vorzug vor dem gewöhnlichen Beutelzeuge, daß ſie feineres beſſeres Mehl gibt, und daß auch das Beuteltuch nicht ſo bald ſchadhaft wird.

Sechster Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Reiſe nach dem Kanal von St. Quentin.

§. 75.

Ein Kanal, der bei 24 Pariſer Fuß Breite auf einer Deutſchen Meile Länge, tief unter der Erde, durch ein Gebirge durchgehauen wird, muß ſchon dadurch allein die Aufmerkſamkeit im höchſten Grade auf ſich ziehen; ich kann daher nicht läugnen, daß der Wunſch, die Arbeiten an dieſem Kanal näher kennen zu lernen, einen weſentlichen Beſtimmungs-Grund zur Reiſe nach Frankreich bei mir ausmachte. Sobald ich den ſchönen Plan, mehrere Franzöſiſche Seehäfen kennen zu lernen, mit ſchwerem Herzen hatte aufgeben müſſen, verſahe ich mich mit Päſſen und Adreſſen zur Reiſe nach dem Kanal von St. Quentin, und ſparte auch keine Zeit, um, ſo gut als es anging, mit den Arbeiten deſſelben bekannt zu werden. Ehe ich ſie beſchreibe, werde ich mir aber wieder die Erlaubniß nehmen, die Leſer mit der Geſchichte des Kanals, und einigen Nebenumſtänden, die auf die Wahl des in der Ausführung begriffenen Projects Bezug haben, bekannt zu machen. Aus einem weiter unten anzuführenden Memoire verſchiedener Ingenieurs habe ich dabei die vorzüglichſten Thatſachen entnommen.

§. 76.

Frankreich hat bekanntlich, durch eine Menge Flüſſe und Kanäle, ſeit langer Zeit, eine vortreffliche Waſſercommunication gehabt. Durch den Kanal du Midi war ſie in den ſüdlichen, durch die Kanäle von Briare, von Orleans, von Montargis ꝛc. in den mittlern, und durch die Kanäle von St. Omer, Valenciennes und ſ. w. in den nördlichen

Gegenden ſehr verbeſſert. Dieſe Kanäle und viele große und kleine in die Seine ſtrömende Flüßchen, machten die Schifffahrt von Paris nach den meiſten Gegenden Frankreichs möglich, nur immer fehlte es noch an einer Vereinigung der Kanäle in den Franzöſiſchen Niederlanden, mit der Seine und ihrem Fluß-Gebiet.

Dieſe Vereinigung war, wegen der Menge Producte, die die Niederlande für Paris liefern könnten, und beſonders wegen der Steinkohlenbergwerke in der Gegend von Valenciennes, bei den immer ſteigenden Preiſen der Feuerungs-Materialien in Paris, höchſt wünſchenswerth. Der Ausführung ſtand aber der ſehr hohe Bergrücken entgegen, welcher das Flußgebiet der Seine von den Niederlanden ſcheidet, und auf welchem die Schelde, Somme, Oiſe und Sambre entſpringen. Aber auf den höchſten Gegenden dieſes Landſtrichs war kein Waſſer-Zufluß zu erhalten, der einen Kanal hinlänglich hätte verſorgen können, man mußte alſo den Wunſch, hier einen Kanal auf die gewöhnliche Art mit Schleuſen herüberzuführen, ganz aufgeben. Durch den ao. 1727. gezogenen Kanal de Picardie, der die Oiſe bei Chauny mit der Somme bei St. Quentin verbindet, war eine vollkommene Schifffahrt von Paris bis St. Quentin, alſo bis an die eine Seite jenes unüberſteiglichen Bergrückens zu Stande gebracht. Auf der andern Seite konnte man, von Calais aus, mittelſt der vorhandenen Kanäle, bis Cambray kommen, ſo daß es nur noch auf die Vereinigung der 4 Meilen von einander entfernten Städte St. Quentin und Cambray, oder auf die Verbindung der Somme mit der Schelde ankam, um von Paris nach Calais und Dünkirchen, ſo wie nach Brüſſel, Antwerpen und Amſterdam, inländiſche Schifffahrt betreiben zu können.

§. 77.

Schon im Jahr 1727. legte daher der Ingenieur de Vicqu, der den Kanal de Picardie bauete, ein Project zur Vereinigung der genannten beiden Flüſſe vor, nach welchem der neue Kanal durch die Quellen der Schelde geſpeiſt, und an zwei Stellen unter dem hohen Bergrücken durchgeführt werden ſollte. Mr. de Vicqu wollte den Kanal von St. Quentin, wie die Karte Taf. XVIII. Fig. 151. ausweiſt, nach ACD, nämlich von St. Quentin bis nach Tronquoy, unter freiem Himmel führen, bei Tronquoy auf 700 Toiſen Länge unter dem Berge durchgehen, um in das Thal zu gelangen, in welchem der Omignon entſpringt, dann wieder bei Bellicourt eine zweite unterirdiſche Kanalſtrecke anfangen, und damit auf 4140 Toiſen Länge, unter der Erde bis nach Macquincourt, oder bis an die Schelde fortgehen, welche von hier bis Cambray ſchiffbar gemacht werden ſollte. De Vicqu hatte ſein Project mit Nivellements und Anſchlägen begleitet; der Ausführung ſtanden aber viele Schwierigkeiten, und enorme Koſten ent-

gegen, weßhalb ſie damals unterblieb. Der Kanal von Chauny nach St. Quentin gehörte der Familie Crozat; da dieſer die Unterhaltung zu ſchwer wurde, ſo gelang es ihr, Ludwig den XVten durch den M. Choiseul, dahin zu diſponiren, daß er den Kanal übernahm *). Ludwig der XVte befahl darauf, die Verbindung dieſes Kanals mit der Schelde zu bewirken, worauf einem gewiſſen Laurent de Lionne die Entwerfung des Projects übertragen wurde. Herr Laurent brachte den auf Taf. XVIII. Fig. 151. angedeuteten Weg AB in Vorſchlag, und wollte den Kanal auf 7020 Toiſen Länge, in einem Zuge, unterirdiſch führen. Unterm 24ten Februar 1769. wurde ihm wirklich die Ausführung dieſes Projects übertragen. Erſt nachdem man mit der Arbeit ſchon weit vorgeſchritten war, fing man aber an, die Zweckmäßigkeit des Projects zu unterſuchen. Die geringe Breite des unterirdiſchen Kanals (wovon Hogrewe in ſeiner Kanalbaukunſt, S. 280. §. 200. ein Profil mitgetheilt hat) veranlaßte die gegründete Beſorgniß, daß der zu geringe Spielraum der Gefäße im Waſſer, ihre Bewegung außerordentlich erſchweren würde. Die Einwürfe gegen das Project wurden immer lauter und auf der andern Seite der Eifer der Regierung, für die Realiſirung deſſelben, immer lauer, bis Herr Laurent endlich Anno 1773 ſtarb, und die Arbeit bald darauf (Anno 1775.) ganz eingeſtellt wurde, nachdem man das Geſtein auf eine Strecke von 5000 Toiſen unterirdiſch bereits durchbrochen, und weit über 1000000 Livres verbauet hatte.

§. 78.

In den Jahren 1783 und 1791. wurde die Fortſetzung des Kanals mehreremale wieder in Anregung gebracht, es kam indeſſen immer nicht mehr bis zur Arbeit. Als aber der Revolutionskrieg zu Ende ging, wurde ſogleich (ao. 1800.) eine Commiſſion niedergeſetzt, beſtehend aus den beiden General-Inſpecteurs Gauthey und Ducros, dem Direkteur der école des ponts et chaussées Prony, dem Direkteur der école des fortifications Recicourt, und dem Ingenieur en chef Becquey. Dieſe Commiſſion ſollte das zweckmäßigſte Project zur Verbindung der nördlichen Departements mit Paris zur Stelle ausmitteln. Der damalige erſte Conſul befand ſich ſelbſt in St. Quentin. Die Commiſſion prüfte die beiden Projecte, die Sambre mit der Oiſe, oder

---

*) Die meiſten Kanäle Frankreichs waren ehemals Privateigenthum reicher Partikuliers, oder gemeinhin der Prinzen von Geblüt, die den Kanal unterhalten mußten, und dafür das Recht, eine Abgabe zu erheben, auch wohl das Monopol der Poſtſchiffe, und bisweilen ſogar das Monopol aller Schiffahrt auf demſelben hatten. Als aber bei der Revolution die meiſten Vornehmen das Land verließen, wurden auch die Kanäle, wie ihre übrigen Beſitzungen, Eigenthum der Nation.

die Somme mit der Schelde zu verbinden; wählte aber bald das letztere, bei welchem es nun vorzüglich darauf ankam, zu beſtimmen, ob der de Vicquſche oder der Laurentſche Weg den Vorzug verdienten. Ueberzeugt von den Nachtheilen, die die unterirdiſche Schiffahrt mit ſich führt, beſtimmte die Commiſſion ſich für das de Vicquſche Project, bei welchem der ganze Kanal bedeutend länger, aber der unterirdiſche Weg kürzer als bei dem andern Projecte war. Auch die Assemblée des ponts et chaussées trat dieſem Urtheil bei, indem dieß Project überdieß 1400000 Livres weniger koſten ſollte, als das Laurentſche. Da aber bei Ausführung des Vicquſchen Vorſchlages, die für das Laurentſche Project ſchon ausgegebene Summe durchaus als verloren anzuſehen war, ſo überließ die Aſſemblee die Entſcheidung dem erſten Conſul. Dieſer antwortete ihr indeſſen, er wollte, daß ſie über die Sache nochmals deliberiren, und dann ſelbſt einen beſtimmteren Entſchluß faſſen ſolle. Bei dieſer zweiten heftigen und langwierigen Debatte machte M. Becquey einen neuen Vorſchlag, nämlich einen Mittelweg zwiſchen beiden Projecten, oder die Linie ACB auf Taf. XVIII. Fig. 151. zu wählen. Auf dieſen Vorſchlag wurde aber nicht gerückſichtiget, da er im Grunde mit dem de Vicquſchen überein kam, oder wenigſtens dieſelben Schwierigkeiten mit ſich führte. Der de Vicquſche Kanal ſollte 18 Fuß höher geführt werden als der Laurentſche. Wenn dabei gleich noch kein Waſſermangel zu beſorgen war, ſo war der Zufluß doch offenbar weit ſchwächer, als bei dem Laurentſchen. Die Aſſemblee ſetzte alſo feſt, daß der de Vicquſche Kanal, um allen Beſorgniſſen auszuweichen, im Niveau des Laurentſchen geführt werden müſſe. Nach mehrmaligen Deliberationen kam es endlich, wahrſcheinlich durch den Einfluß des Ingenieurs Laurent (Sohn des verſtorbenen Laurent de Lionne) dahin, daß, im März 1801, bei einer nicht vollzähligen Verſammlung der Aſſemblee, votirt und für das Project des Herrn Laurent beſtimmt entſchieden wurde, von welchem der Ingenieur Laurent zu zeigen verſucht hatte, daß es auch 1,222,584 Livres weniger als das de Vicquſche koſten würde, in ſofern nämlich der de Vicquſche Kanal eben ſo niedrig als der Laurentſche gezogen werden ſollte. Nach dem Anſchlage des M. Gauthey ſollte dagegen die Vollendung des Laurentſchen Kanals 8,306,245 Livres und die Anlegung des de Vicquſchen, bei 24 Fuß Breite im unterirdiſchen Theil, nur 4,863,974 Livres koſten.

Der letzte Beſchluß der Aſſemblee wurde der Regierung nun zur endlichen Feſtſetzung vorgelegt. Die erſten, und zwar auch gerade die gelehrteſten Ingenieure, die anderer Meynung geweſen und in der Aſſemblee überſtimmt waren, nämlich die Herren Gauthey, Montrocher, Prony, Sganzin, Leſage, Girard, Houdouard und Panay ließen darauf

ihre Meynung in einem beſondern Memoire *) (das ich hier benutzt habe) drucken, zeigten darin, wie unredlich und parteiiſch die Aſſemblee bei der letzten Sitzung verfahren, und überreichten dieß Memoire dem erſten Conſul. Die Gründe, die ſie darin für den Kanal des de Vicqu anführen, kommen vorzüglich darauf hinaus, daß der Kanal de Vicqu nicht ſo weit unterirdiſch geführt werden dürfe, und daher, ob er gleich an ſich 1500 Toiſen länger wäre als der andere, doch weniger koſten, ſchneller ausgeführt werden, und auch keine ſo bedeutende Beſchwerde für die Schifffahrt verurſachen würde. Sie führen dabei folgende ſechs Umſtände, als nothwendige Vorzüge der offnen Kanäle vor den unterirdiſchen an:

1) leichtere Ausführung }
2) geringere Koſten } der Arbeit
3) kürzere Dauer }
4) ſeltene und nicht ſo koſtbare Reparaturen, die bei einem unterirdiſchen Kanal die Schifffahrt jedesmal unterbrechen.
5) weit leichterer Transport der Gefäße, wegen der größern Breite, die der offne Kanal haben kann.
6) der offene Kanal iſt nicht einer ſolchen Menge ganz unvorherzuſehender und unvermeidlicher Zufälle unterworfen, als der unterirdiſche.

Sie führen überdieß noch an, der Laurentſche unterirdiſche Kanal ſolle 13772 Metres lang werden; dieß mache die Anlage eines unterirdiſchen Hafens nothwendig, weil die Gefäße einander nicht vorbeifahren könnten, und doch ſehr lange Zeit in dem unterirdiſchen Kanal zubringen müßten. Laurent habe dieſe Nothwendigkeit eingeſehen, die Ausführung des Hafens wäre indeſſen mit unzähligen Schwierigkeiten verknüpft. Bei dem de Vicquſchen Project wäre der unterirdiſche Kanal aber getheilt, und der Hafen ganz entbehrlich, indem die Gefäße jeden Theil in einer ſehr kurzen Zeit paſſiren könnten.

Gegen das de Vicquſche Project war von der Laurentſchen Partei unter andern eingewendet:

I. daß Laurent auf das Filtrations-Waſſer zur Speiſung des Kanals gerechnet, und daß dieß ſich auf dem gewählten Wege, der mit Rückſicht auf die Bergadern ausgeſucht worden, wirklich fände.

II. Die lange unterirdiſche Kanalſtrecke wäre immer ein weit kühneres, ehrenvolleres Unternehmen, und einer großen Nation würdiger.

---

*) Das Memoire führt den Titel: Opinion des Ingénieurs, composant la minorité de l'assemblée des ponts et chaussées dans la décision prise par elle le quinze ventose an X, sur le canal de jonction de la Somme à l'Escaut.

Cms

Die oben genannten Ingenieurs erwidern darauf

erſtens, das Filtrations-Waſſer könne ganz entbehrt werden, da die Schelde hinreichendes Waſſer hergebe, und

zweitens, eine weiſe Regierung müſſe bei der Wahl der Projecte nicht durch das Glänzende, ſondern durch die Zweckmäßigkeit und den wahren Nutzen beſtimmt werden.

Auch bei dieſer Lage der Sache maßte ſich der erſte Conſul, ob er gleich Sach- und Local-Kenntniſſe genug dazu hatte, noch kein entſcheidendes Urtheil an, ſondern ließ die Projecte, mit allem was dafür und dawider geſagt war, dem National-Inſtitute vorlegen, welches ſich darauf endlich für das de Vicquſche Project erklärte. Dieß wurde nun von der Regierung wirklich genehmiget, 3000000 Livres gleich dazu angewieſen, im Sommer 1803 ſehr thätig mit der Arbeit vorgegangen, und zugleich beſtimmt, daß der ganze Kanal in drei Jahren vollendet ſeyn müſſe.

So viel von der Geſchichte; wir kommen nun zur Ausführung ſelbſt.

§. 79.

Durch die Karte Taf. XVIII. Fig. 151. ſind die Leſer im Allgemeinen mit dem Project des Kanals bekannt geworden. Der ganze Kanal iſt beinahe 6 geographiſche Meilen lang, und beſteht theils aus einer $2\frac{1}{2}$ Meilen langen ganz horizontal geführten Kanalſtrecke, von A bis B, auf welcher ſich auch die beiden unterirdiſchen Wege befinden, theils aus den nach St. Quentin und Cambray herabgehenden Armen.

Nach St. Quentin ſteigt man durch ſechs Schleuſen 13 Meter herab, und nach Cambray durch achtzehn Schleuſen 40 Meter herab, wie das Taf. XVIII. Fig. 150. vorgeſtellte General-Profil des Kanals näher nachweiſet. Auf jede Schleuſe kommen alſo ungefähr 7 Rheinl. Fuß Gefälle.

Die lange Kanalſtrecke iſt hier der eigentliche Vertheilungs-Punct, und dieſe muß daher mit Waſſer verſorgt werden. Man wollte zu dem Ende die Quellen der Schelde durch einen Damm abfangen, außer mehreren andern Thälern auch aus dem Thal in der Gegend von Folleville und Gouy einen See oder ein Baſſin, von 13 Magdeb. Hufen, bilden, alle dieſe Baſſins natürlich mit Freiſchleuſen verſehen, und die Schelde endlich bei Macquincourt, in den Kanal treten laſſen. Auch hier wird eine mit Schützen verſehene Schleuſe gebauet, und jedesmal durch ſie nur ſo viel Waſſer in den Kanal gelaſſen, als zum Betrieb der Schifffahrt erforderlich iſt: das überflüſſige Waſſer wird zum Anfüllen der Baſſins benutzt, und wenn dieſe es nicht faſſen können, in das alte Bette der Schelde abgeleitet, deren Lauf daher, durch den Kanal ſelbſt, gar nicht gehemmt iſt.

In eben der Art wird man wahrſcheinlich auch die Quellen der Somme abfangen, Baſſins daraus bilden, und aus ihnen, ſo viel Waſſer als man braucht, in das Oberwaſſer oder in die Kammer der Schleuſe No. 6. (bei A in der Karte) leiten. Die Leitung durch die Seitenwand der Schleuſe unmittelbar in die Kammer, würde dabei noch den Bau einer ſeparaten Freiſchleuſe entbehrlich machen.

§. 80.

Eigentlich hätte es nur eines Kanals von Tronquoy bis Macquincourt bedürft, und von Tronquoy bis St. Quentin hätte die Somme, ſo wie von Macquincourt bis Cambray die Schelde, ſchiffbar gemacht werden müſſen. Es iſt indeſſen bekannt, daß man ſich in Frankreich, ſo wie in England, von der Unzweckmäßigkeit der Schiffbarmachung ſolcher kleinen Flüſſe längſt überzeugt hat, und daher jetzt gewöhnlich ſchiffbare Kanäle neben den Flüſſen zieht, wie es auch hier neben der Somme und neben der Schelde geſchieht. Wir werden weiter unten ſehen, daß man bei den ältern Kanälen oder Schiffbarmachungen der Art, noch oft zum Niveau des Fluſſes herabſtieg, und das Kanalwaſſer mit dem Flußwaſſer zuſammen kommen ließ, beſonders wenn man mit dem Kanal von einer Seite des Fluſſes auf die andere übergehen wollte. Auch bei dem Kanal du Midi kommen Anlagen der Art vor, dieß hat aber ſehr viele Nachtheile, und die Kanalſchifffahrt büßt dabei offenbar einen Theil der unverkennbaren Vorzüge ein, die ſie vor der Flußſchifffahrt hat. Verſandungen beim Anſchwellen der Flüſſe, Staunungen und Unſicherheit der Schifffahrt, ſind dabei z. B. ganz unvermeidlich u. ſ. w. Die neuen Kanäle werden daher gewöhnlich höher als der Waſſerſpiegel des nächſten Fluſſes geführt, wodurch man aber, um den Fluß zu paſſiren, jedesmal zur Erbauung eines Brückkanals genöthiget iſt. So ſoll auch hier der in Rede ſtehende Kanal von St. Quentin höher als das Niveau der Schelde und Somme geleitet, und mit zwei Brückkanälen über die Schelde geführt werden.

Ein ſehr großer Vortheil bei der hohen Leitung des Kanals längs dem Flußthal, iſt unter andern auch der, daß man den Kanal ſehr leicht völlig trocken laſſen, und beſonders — daß man alle Baue im Trocknen ausführen kann; davon noch weiter unten. Außer den Quellen der Schelde und Somme, dienen zur Speiſung des Kanals noch drei, zwiſchen den beiden unterirdiſchen Kanalſtrecken, durch Abdammung ſprindiger Thäler angelegte Baſſins, und endlich die bedeutende Menge des Filtrationswaſſers. Das ſich auch auf dem de Vicqſchen Wege, in einem nur zu reichlichen Maaße, vorgefunden hat.

Um alles, was wir hier zu ſagen haben, in einiger Ordnung vortragen zu können, ſei es erlaubt, es in einzelne Nebenabtheilungen zu bringen; alſo zuerſt:

I. Von Ausgrabung des offnen Kanals.

§. 81.

Bei der Wahl des Terrains zu dieſem Kanal, hat man zwar auch beſtändig die Linie der mindeſten Ausgrabung zu befolgen geſucht, und beſonders die Leitung des Kanals längs der Schelde ganz hiernach beſtimmt; das ſehr bergigte Terrain zwang indeſſen doch zur Ausgrabung ſehr vieler Stellen auf 18 und 20 Fuß Tiefe. Vorzüglich fordert der Theil zwiſchen den beiden unterirdiſchen Kanalſtrecken, eine entſetzlich tiefe Ausgrabung, wie man ſchon daraus abnehmen kann, daß de Vicqu, der dieſe Gegend wählte, den Waſſerſpiegel 18 Fuß höher führen wollte, als er jetzt, nach Feſtſetzung der Aſſemblee, geführt wird.

Die unterirdiſchen Strecken ſind zwar durch die Erniedrigung des Waſſerſpiegels bedeutend länger geworden, allein demohnerachtet bleibt immer noch enorm viel Erde auszugraben. Da man nun, wenigſtens bis zum Frühjahr 1804, den Kanal durchaus noch, nach dem Befehl des erſten Conſuls, in 3 Jahren (d. h. bis zum Frühjahr 1806.) fertig ſchaffen wollte, ſo war es nöthig, auch gleich anfangs das Graben des Kanals ſelbſt mit der größten Thätigkeit zu betreiben. Außer den vielen Bauen, die damals im Gange waren, wurde auch ſchon beinahe an dem ganzen Kanal gearbeitet. Bei St. Quentin und Cambray waren große Stellen vollendet, und auch ſchon ein großer Theil der ſchwierigſten ſo ſehr tief durchzuſtechenden Bergrücken, war bis zur gehörigen Tiefe, bei 40 Fuß unterer Breite, ausgegraben.

§. 82.

Das Profil des Kanals war gar nicht allgemein beſtimmt, durchgehends erhielt er indeſſen eine Breite, die das Vorbeifahren zweier Kanal-Schiffe geſtattet, alſo ungefähr 40 Fuß; die Waſſertiefe beträgt dabei 5 Fuß, und die Doſſirung unter Waſſer iſt in der Regel zweifüßig. Der Boden iſt im Ganzen hier ſehr gut, und mit Ausnahme einiger torfhaltigen Stellen, ein ſchöner fetter röthlicher Thon oder Mergel. Um daher auf die Doſſirung über Waſſer keine unnöthigen Koſten zu verſchwenden, hatte man jene tief auszugrabenden Stellen, im Jahre 1803, nur erſt terraſſenförmig ausgeſtochen, und zwar verſchiedentlich doſſirt, und wollte nun abwarten, wie ſich dieſe Doſſirung halten, oder wie viel ſtärkere Doſſirung nöthig werden würde. Der gute Boden läßt erwarten,

daß eine $1\frac{1}{4}$ füßige Doſſirung den Zweck ſicher erfüllen wird; indeſſen verdient die ſehr zweckmäßige Methode, den Kanal gleich anfangs zur ganzen Tiefe und Breite auszugraben, und nachher die Doſſirung nach den zur Stelle gemachten Erfahrungen zu beſtimmen, ſicher zur Nachahmung empfohlen zu werden. Was für ein Talud man aber auch nöthig erachten ſollte, ſo werden die hohen Kanalufer mehrere Abſätze und Bermen erhalten. Wo keine tiefe Ausgrabung nöthig war, namentlich in der Nähe von St. Quentin und Cambray, da hatte der Kanal das Profil Taf. XIX. Fig. 152. erhalten, und wurde bei St. Quentin auf jeder Seite mit vier, bei Cambray mit zwei Reihen Linden bepflanzt, ſo daß er hier auch angenehme Spaziergänge bilden wird.

§. 83.

In dem Profil Fig. 154. ſind zugleich die Parallelgraben angedeutet, die man bald ganz nahe am Treidelwege, bald in einiger Entfernung vom Kanal, am Fuß der Anhöhen zieht, und deren Zweck eigentlich darin beſteht, daß ſie das von den Höhen herabſtrömende Waſſer, das zur Verſandung des Kanals beitragen würde, von ihm ganz abhalten ſollen. Die Parallel-Graben ſteigen und fallen mit dem Terrain, wo dieſes daher eine Vertiefung bildet, da ſammlet ſich das Bergwaſſer, und wird dann, mittelſt einer Menge von Steinen gemauerter Leitungen, die man faſt in jeder bedeutenden Vertiefung anlegen muß, unter dem Kanal durch, in das angränzende Thal abgeleitet. Dieſe Ableitung kann keine Schwierigkeiten verurſachen, da der Kanal theils längs der Schelde, theils längs der Somme, aber immer weit höher als der Waſſerſpiegel dieſer Flüſſe, geführt iſt.

Kurz vor dem Eingange der unterirdiſchen Kanalſtrecke, werden kleine Häfen angelegt, oder der Kanal wird vielmehr, auf eine bedeutende Länge, mit 40 Metres (128 Rheinl. Fuß) Breite ausgegraben, ſo daß die Gefäße, die, wie wir nachher ſehen werden, hier warten müſſen, in den Häfen bequem liegen können, ohne den ihnen aus dem unterirdiſchen Kanal entgegenkommenden den Platz zu beengen.

II. Von den Waſſerabzügen und Brück-Kanälen.

§. 84.

Mehrere kleine Bäche, deren Richtung den Kanal kreuzt, ſo wie das durch die Parallelgraben vom Kanalwaſſer abgeſonderte Höhenwaſſer, müſſen mittelſt Abzüge unter dem Kanal durchgeleitet werden. Wo das Thal, in welches das Waſſer fließt, niedrig genug liegt, da bedient man ſich grader Abzüge, deren einer Taf. XVIII. Fig. 145.

im Längendurchſchnitt dargeſtellt iſt. Dieſer iſt, wie man leicht ſieht, dem im vorigen Abſchnitt §. 70. beſchriebenen ganz ähnlich, und hat 4 Fuß Breite bei 3 Fuß Höhe, er iſt nicht weit von St. Quentin angelegt, und war im Frühjahr 1804. bereits vollendet.

Wo aber der Kanal nicht viel höher iſt, als das Thal, in welches man das Waſſer leiten will, da legt man (uneigentlich ſogenannte) heberartige Abzüge an. Von einem ſolchen, und zwar von dem dicht bei der Stadt St. Quentin gelegenen, iſt Taf. XIX. Fig. 154. ein Längendurchſchnitt, Fig. 156. ein Grundriß, wobei die linkſeitige Hälfte, wie ſie, von oben geſehen, erſcheinen würde, die rechtſeitige Hälfte aber aufgegraben und aufgedeckt, gezeichnet.

Fig. 155. iſt ein Quer-Profil und Fig. 153. die Anſicht der Einmündung dieſes Abzuges.

Die Conſtruction des Abzuges, die übrigens auch mit der von Belidor beſchriebenen Bauart der Abzüge am Kanal du Midi ſehr übereinkommt, iſt aus den Figuren leicht zu entnehmen, und hier nur noch zu bemerken, daß der ganze Bau, wie alle dieſe Anlagen, durchaus ganz ohne Holz oder Pfahlwerk ausgeführt wird. Im Herbſt 1803 waren die untern Schichten zu dieſem Abzuge gelegt, wobei man das Waſſer, das einſt durch ihn, unter den Kanal heruntergepreßt, abfließen ſollte, in ſeiner wirklichen Höhe, mittelſt einer ordinairen hölzernen Leitung, über den Kanal geführt hatte. Taf. XVIII. Fig. 149. iſt das ſehr einfache Profil dieſer hölzernen Leitung, die übrigens mit gewöhnlichen Mühlgerinnen ſo viel Aehnlichkeit hat, daß ſie keiner Beſchreibung bedarf. Der Froſt hatte die Fortſetzung des in Rede ſtehenden Baues unterbrochen, weshalb man das Waſſer den Winter 180¾ hindurch, über die bereits gelegten erſten Steinſchichten hatte treten laſſen, um dadurch das auf ihnen ruhende Gewicht zu vermehren, und alſo das Setzen dieſer Schichten zu befördern. Eine Vorſicht, die bei der kühnen Bau-Art dieſer Anlagen, ſehr empfehlenswerth ſcheint, ſo wie man bekanntlich auch bei Häuſern, die ohne Pfahlroſt gegründet ſind, das Fundament gerne frühzeitig aufführt, wo möglich tüchtig beſchwert, und dann eine Zeit lang ſtehen läßt, damit es ſich gehörig ſetzen könne.

§. 85.

Die Anzahl kleiner Abzüge der Art, die der Kanal überhaupt erhalten ſoll, wird äußerſt bedeutend, war aber, ſo viel ich im Frühjahr 1804. dort erfahren konnte, noch nicht genau beſtimmt.

Sogenannter Waſſerlöſen, oder Ueberfälle in den Kanal-Deichen, die man bei alten Kanälen in ſehr großer Menge findet, bedarf der Kanal von St. Quentin beinahe

gar nicht, da, das Filtrationswaſſer abgerechnet, kein anderes Waſſer hinein kommt, als was man zum Betrieb der Schiffahrt abſichtlich hineinläßt.

§. 86.

Was endlich die Brückenkanäle anbetrifft, ſo hat man dieſe großen und ſchönen, aber immer ſehr koſtbaren Anlagen, ſo viel wie möglich, vermieden, und iſt mit dem Kanal immer auf dem rechten Ufer der Somme und auf dem linken Ufer der Schelde geblieben.

In der Gegend von Honnecourt, wo die Schelde, durch das unebene Terrain beſchränkt, viele Krümmungen macht, ſah man ſich indeſſen genöthiget, ihr zum Theil ein neues Bette anzuweiſen, und den Kanal mittelſt zweier Brück-Waſſer-Leitungen, vom linken Ufer aufs rechte, und dann bald wieder aufs linke zu führen. Theils zur Erſparung der Koſten, theils um bei den Brückwaſſerleitungen den möglichſt höchſten Waſſerſtand des Kanals zu benutzen, ſollte jede derſelben mit einer Schleuſe verbunden, oder die Schleuſe vielmehr dicht unterhalb der Leitung angebracht werden, ſo daß die Oberthore derſelben noch in den Brückkanal treffen. Auch dieſe Maaßregel verdient ſicher als ganz vorzüglich zweckmäßig bemerkt zu werden. Mit Erbauung der beiden Brückkanäle war man im Anfange des Jahres 1804 noch nicht vorgerückt; obgleich ich alles dazu eingeleitet fand. Der erſte derſelben ſollte nach einem gedruckten Cirkelbogen (aus 3 Mittelpuncten beſchrieben) gewölbt werden, der andere aber drei ganz flache Cirkelbogen (aus einem Mittelpuncte) bilden, und zwei Mittelpfeiler erhalten. Nach den Zeichnungen, die ich davon ſah, bekommen beide eine der Sache angemeſſene und dabei äußerſt gefällige Façade. Von dem einen derſelben iſt Taf. XIX. in Fig. 148. eine ungefähre Anſicht, und in Fig. 147. ein Grundriß vorgeſtellt, aus welchem zugleich hervorgeht, wie die Schleuſe mit dem Brückkanal verbunden, und dadurch wirklich ein anſehnliches Stück Mauer erſpart iſt. Der andere Brückkanal mit drei Bogen, erhält, wie dieſer, unter dem Geſimſe gleichfalls einen breiten Frieß, der aber, ſtatt der Cirkel, mit Triglyphen verziert werden ſoll.

§. 87.

Aeußerſt merkwürdig ſcheint es, daß man auch dieſe Anlagen ganz ohne Pfahlwerk gründen will. Man hat die Oefnungen beider Brückkanäle weit größer als die Normalbreite des Fluſſes, und ſo groß angenommen, daß man keine Unterſpülung, weder bei den Mittelpfeilern, noch bei den Widerlagsmauern befürchten zu dürfen glaubt; der in Fig. 148. abgebildete Brückkanal hat jedoch nur 11 Metres Spannung. Man will nun bloß die obere loſe Erdſchicht weggraben, und das Mauerwerk dann unmittelbar auf die gute feſte Erdſchicht gründen.

Bei Schleuſen, durch welche das Waſſer nicht beſtändig fließt, halte ich mich von der Zweckmäßigkeit einer ſolchen Gründungsart völlig überzeugt; ſie aber auch, ſelbſt bei recht gutem Lehmboden, auf maſſive Brücken über kleine Flüſſe, oder gar auf ſo koſtbare Anlagen, als dieſe Brückenkanäle, anzuwenden, bei welchen man doch nie vor plötzlichen heftigen Anſchwellungen ſicher ſeyn kann, ſcheint mir etwas gewagt. Die Schelde iſt oberhalb Cambray gar nicht ſchiffbar, und auch, dem Anſcheine nach, ein ſehr unbedeutender Fluß, zur Sicherung der Ländereien gegen Ueberſtauungen hat man ſie hier jedoch mit Deichen von 8 Fuß Höhe eingefaßt, und ſelbſt dieſe ſollen bei 8 Fuß Höhe überlaufen. Man kann ſich daher leicht denken, welcher Gefahr jene auf dem Lehmboden ohne Pfahlwerk gegründeten Brückenkanäle bei ſolchen Anſchwellungen ausgeſetzt ſeyn würden. Langer Pfähle würde es freilich nicht bedürfen, da das Terrain, wie wir bald ſehen werden, in der Tiefe in Geſtein übergeht. Vielleicht daß man dieſem mit der Fundation auch nahe kommen, oder es erreichen kann. Ich geſtehe, daß ich vergeſſen habe, mich dort zu erkundigen, in welcher Tiefe das Geſtein, auf der Stelle wo die Brückkanäle gebauet werden, anfange? ich beſinne mich aber beſtimmt, daß einer der Ingenieurs mir verſicherte, ſie würden auf den Lehmboden gegründet werden.

III. Von den Schleuſen.

§. 88.

Der Kanal von St. Quentin erhält 24 Schleuſen, von 6 bis 9 Fuß Gefälle, wie das Profil Taf. XVIII. Fig. 150. nachweiſet, das ganze Gefälle wird lediglich auf die Schleuſen vertheilt, und die Kanalſtrecken, von einer Schleuſe bis zur andern, bleiben durchaus horizontal, weil man völlig ſtillſtehendes Waſſer zur Schifffahrt haben will. Jede Schleuſe wird 16 Pariſer Fuß zwiſchen den Thoren weit, und vom Ober- bis zum Unter-Thor 130 Pariſer Fuß lang *). Die Schleuſen werden durchweg ganz ohne Pfahlwerk oder Spundwände aufgeführt, ſondern wo der Boden, wie an den meiſten Stellen, aus gutem Lehm beſteht, unmittelbar auf dieſen gegründet, wie die detaillirten Zeichnungen einer Schleuſe auf Taf. XX. ausweiſen.

Statt der Spundwände bringt man hier bloß, beinahe wie bei den Schleuſen des

*) Auf einer unter öffentlicher Autorität erſchienenen Karte vom Kanal von St. Quentin, iſt die Länge der Schleuſen 120 Fuß angegeben, wahrſcheinlich weil man damals die Kanäle zum Füllen der Kammer, wie bei'm Kanal du Centre anbringen wollte, wovon man jetzt aber abgegangen iſt.

Kanals du Centre, tiefere Mauern murs de batardeaux unter den Thoren an *), und rechnet überhaupt darauf, daß das durch die Laſt der Schleuſe comprimirte Terrain die Filtration und Unterſpülung weit beſſer verhüten werde, als wenn man es durch dazwiſchen geſchlagene Pfähle und Spundpfähle ſpaltete, ſo wie bekanntlich ein auf gutem Lehmboden aus Lehm aufgeführter, an ſich dichter Erddeich das Waſſer ungleich beſſer abhält, als ein zwiſchen Spundwänden aufgeführter Fangdamm. Eine Erfahrung, die ſelbſt da allgemein bekannt iſt, wo man die Schleuſen, des feſten Lehmbodens unerachtet, durch eine zahlloſe Menge Pfähle und Spundpfähle koſtbar, und vielleicht unſicherer macht, als ſie es ohne die Pfähle ſeyn würden. Unterſpülung iſt hier auch um ſo weniger zu beſorgen, da die Schleuſen bloß dem Druck des ſtillſtehenden Waſſers zu widerſtehen haben: man bringt daher nicht einmal die ſonſt gewöhnlichen Vor- und Abſchuß-Boden (avant-radier, und arrier-radier) an, ſondern wollte die Schleuſen bloß rund herum, beſonders oberhalb der oberen, und hinter der unteren Schleuſen-Oefnung, mit einem ſehr ſtarken Lehmſchlag verſehen. Eine Bauart, die nicht nur die allernatürlichſte, ſondern, durch die oben beſchriebenen Schleuſen des Kanals du Centre, auch als die allerzweckmäßigſte bewährt iſt.

§. 89.

Zwiſchen St. Quentin und Tronquoy beſteht das Terrain, hin und wieder, aus einer, wiewohl nicht ganz leichten Torf-Erde. Hier habe ich zwar die Gründung noch nicht geſehen; allein nach den Verſicherungen ſowohl des Ingenieur en chef, der die Arbeiten dirigirt, (M. Gayant) als der Unteringenieurs, die ſie ausführen, (Mrs. Briſſot und Lenglier) gründet man die Schleuſen daſelbſt gleichfalls ganz ohne Spund- oder

*) Die Schleuſe auf Taf. XX. iſt nach einer ſehr großen Zeichnung reducirt, die ich vom M. Gayant, dem Ingenieur en chef, der die Ober-Direction über die Kanal-Arbeiten führt, in St. Quentin erhielt, und dort auf durchſichtiges Papier copirte. Ich kann nicht unterlaſſen, darauf aufmerkſam zu machen, daß in dieſer Zeichnung keine eigentlichen murs de batardeaux, nach der Breite der Schleuſen, angegeben ſind. M. Gayant ſowohl, als andere Ingenieurs, haben mir aber verſichert, daß ſie, gerade wie bei den Schleuſen am Kanal du Centre angebracht wären. Es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß ſie angebracht ſind; zur völligen Gewißheit habe ich darüber aber nicht kommen können, da ich zwar Schleuſenfundamente in der Arbeit fand, aber nicht gerade murs de batardeaux mauern geſehen habe. Im Grunde iſt die Sache aber nicht von beſonderer Wichtigkeit. Daß murs de batardeaux mehr Sicherheit gewähren, als Schleuſen ohne ſie, iſt einleuchtend. Die Schleuſen des Kanals du Midi haben indeſſen bekanntlich keine murs de batardeaux, und doch ſchon über 100 Jahre geſtanden.

Ramm-Pfähle, bloß auf einen liegenden Roſt; aber durchweg ganz auf gleiche Tiefe. Unter der Mauer beſteht der Roſt aus Långenſchwellen und Querbalken; unter dem Boden der Kammer aber bloß aus Querbalken, die in der ganzen Breite der Schleuſe durchgehen. Die Beſchaffenheit des Bodens macht ein ſehr bedeutendes Setzen der Schleuſe wahrſcheinlich, und låßt daher auch beſorgen, daß der Roſt in der Mitte in die Höhe gebogen werden konnte, da die geringe Laſt des gemauerten Bodens, mit der ungleich größern Laſt der Seitenmauern, in keinem Verhåltniß ſteht. Dieß zu verhüten, legt man über die Querbalken noch eine zweite Lage Querbalken, und verbindet dann beide durch ſtarke eiſerne Bolzen; der Bohlenbelag des Roſtes kommt dabei zwiſchen die beiden Lagen Querbalken zu liegen, wie das Querprofil des Roſtes Taf. XVIII. Fig. 146. nåher ausweiſet. Außerdem wird aber auch der Boden (wie überhaupt bei allen Schleuſen) 4 Fuß dick gemauert, und flach verkehrt gewölbt.

Alle dieſe Maaßregeln ſind zwar nicht ſehr wirkſam, werden aber, bei der geringen Breite der Schleuſe, ſicher hinreichend ſeyn, um das Einbiegen des Bodens zu verhüten: und ſo wenig als es jemanden einfallen würde, einen auf dieſen Torfboden zu ſchüttenden Deich mit Spundpfählen zu verſehen, ſo wenig låßt ſich auch abſehen, warum die Schleuſe ſie erhalten ſoll, da der Lehmſchlag ſchon die Verbindung mit dem natürlichen Terrain hinreichend bewirkt. Glaubt man aber, daß das Waſſer zwiſchen dem Lehmſchlag und dem Mauerwerk durchſickern, erſteren wegſpülen, und ſich dann einen freien Durchfluß bahnen könne; ſo låßt ſich, wie ich glaube, dagegen antworten, daß Spundpfähle an ſich das Waſſer nicht abhalten, ſondern daß die Dichtigkeit der Spundwånde nur auf dem Lehmſchlag, oder der Erde beruht, womit die Spundpfähle beſtampft werden. Es iſt aber auch nicht zu beſorgen, daß der Lehmſchlag, inſofern das Waſſer nicht durch die Schleuſe fließt, wenn die Schleuſe keine Spundwånde hat, eher werde weggeſpült werden, als wenn es ihr an Spundwånden fehlt; denn daß die kleinen Kanåle in der Erde, durch welche das Waſſer durchziehen könnte, bei weitem keinen ſo heftigen Durchfluß erlauben, als die unvermeidlichen Oefnungen in der Spundwand, bedarf keiner Erwåhnung.

Und wo wird denn wirklich je eine Schleuſe im ſtrengen Lehmboden gebauet, deren Spundwånde ganz fehlerfrei, d. h. ohne die geringſte Beſchädigung an einer Nuthe oder Feder eingerammt werden? Sobald man aber zugibt, daß Oefnungen in den Spundwånden unvermeidlich, aber auch nicht gerade nachtheilig ſind, ſo wird man auch zugeben müſſen, daß auf dem Lehmſchlag die Feſtigkeit der Schleuſe beruhe, und daß im Lehmboden bei Schleuſen, durch die das Waſſer nicht beſtåndig fließt, alle Pfähle und Spundpfähle entbehrlich ſind; beſonders wenn der Schleuſenboden verkehrt gewölbt

iſt, nnd murs de batardeaux angebracht werden. Die Profile Taf. XX. Fig. 163 und 167 zeigen, daß man auch bei den Schleuſen, die keinen liegenden Roſt erhalten, den Boden 4 Fuß mauert und verkehrt wölbt, wodurch auch hier die Laſt auf die ganze Grundfläche der Schleuſe vertheilt und die Schlagung des Pfahlroſtes entbehrlich gemacht wird.

§. 90.

Die untern Schichten der Schleuſe, die dem Verwittern nicht ausgeſetzt ſind, führt man von einem ziemlich feſten Kalkſtein auf, der ganz nahe bei dem Kanal gebrochen wird; zu dem obern Theil der Mauer verwendet man aber größtentheils ſehr ſchöne Sandſteine, aus Pont St. Maxence, deren ſchon oben (bei der Brücke am Botaniſchen Garten in Paris) gedacht iſt. Das Mauerwerk wird inwendig von rauh bearbeiteten Bruchſteinen, aber beinahe in eben ſo gutem Verbande als eine Mauer von Quaderſteinen, aufgeführt, und die Außenſeiten aus geſchnittenen Quaderſteinen gemauert. Bei ſämmtlichen Schleuſen, ſo wie bei den übrigen Kanalbauen, wendet man durchaus keinen andern Mörtel an, als den ordinairen Cement-Mörtel, der aus $\frac{1}{3}$ gelöſchtem Kalk und $\frac{2}{3}$ Ziegel- oder Dachſtein-Mehl beſteht. Das Zerkleinern der Ziegel bewirkt man dabei, ohne künſtliche Vorrichtungen, deren ſich Perronet bediente, bloß durch einen großen hölzernen Schlegel, deſſen Kopf vorne mit eiſernen Nägeln (ohne Köpfe) ganz nahe an einander beſchlagen iſt; mit dieſem ſchlägt man ſo lange auf die in einem hölzernen Trog liegenden Ziegelſtücke, bis ſie gehörig fein geworden. Die Perronetſche koſtbare Maſchine zum Zermahlen der Ziegel gibt ein feines gleichartiges und nicht ſcharfkantiges Mehl; alles Eigenſchaften deſſelben, die man möglichſt zu vermeiden ſuchen muß.

Die Vermiſchung des Ziegelmehls mit dem Kalk, oder das Einrühren des Mörtels, geſchieht hier, wie gewöhnlich, erſt kurz vor der Verarbeitung *).

§. 91.

Die Bauart des Herrn Gauthey mit unterwölbtem Fallboden, hat man bei dieſen

*) In Holland iſt es ein ſehr allgemeiner und, wie man verſichert, auf Erfahrungen geſtützter Grundſatz, den Mörtel aus Kalk und Tras, drei Tage vor der Verarbeitung einrühren, und währen` dieſer 3 Tage alle 2 bis 4 Stunden tüchtig durchſchlagen zu laſſen. Die einſichtsvollſten Hydrotekten machen dieſes Verfahren ſogar den Entrepreneurs der Waſſerbaue, in den Entrepriſe-Contracten, ausdrücklich zur Pflicht: ſo that es z. B. der verſtorbene General-Inſpecteur Bruinings noch beim Bau der Schleuſe im Nieuwe-Werk am Helder; und ſo verfuhr man auch noch ao. 1803, beim Bau der Daken in Helwoetsluis.

Schleuſen nicht befolgt, weil der Directeur des Kanalbaues den ganzen Vorheerd dadurch zu ſehr zu ſchwächen befürchtete. Daß die Schleuſen eine ſenkrechte, aber nach dem Oberhaupt hin gewölbte Fallmauer haben, daß die Kammerwände bloß an den Thoren mit Strebepfeilern, aber durchgehends mit ſehr ſtarker Abtreppung nach oben hin, aufgeführt werden, daß die Drempel durchaus ganz von Quaderſteinen gewölbt, und gar nicht einmal mit einer hölzernen Anſchlagſchwelle (wie bei der Schleuſe in Havre) verſehen werden, dieß alles, und die Conſtruction der Schleuſe überhaupt, ergibt ſich aus den Zeichnungen auf der XXten Tafel hinreichend. Zur Erläuterung der Zeichnungen, bemerke ich nur noch, daß Fig. 167. der Längendurchſchnitt durch die Mitte der Schleuſe, Fig. 162. der Querdurchſchnitt nach AB, Fig. 163. ein Querdurchſchnitt nach CD, und Fig. 164. ein Querſchnitt nach der Linie FE iſt.

§. 92.

Die Thore der Schleuſen werden, wie die bei Havre beſchriebenen, conſtruirt, erhalten auch eben ſolche Halsbänder, aber weit beſſer eingerichtete Pfannen und Drehſtänder, die Taf. XXI. Fig. 175 und Fig. 176 abgebildet ſind. Was zuerſt die Drehſtänder anbetrifft, ſo beſteht eine weſentliche dabei angebrachte Vervollkommnung darin, daß man den Mittelpunct der Pfanne nicht in den Mittelpunct geſetzt hat, aus welchem die Höhlung des Anſchlagſteins, und die Rundung des Drehpfoſtens beſchrieben ſind. Im Grundriß Fig. 176. iſt AAAA der Drehpfoſten des Thores, und zwar in der Stellung gezeichnet, die er hat, wenn die Thore geſchloſſen ſind. Er berührt in dieſer Stellung genau die Schleuſen-Mauer, und beſonders den genau rund ausgearbeiteten Stein CC; a iſt dabei der Mittelpunct, aus welchem die Rundung AAA beſchrieben worden. Dagegen iſt der Mittelpunct der Pfanne, um welchen ſich der Drehſtänder AA, und das ganze Thor drehen, in x. Man ſieht alſo leicht, daß der Thorpfoſten, in der Lage, in welcher er gezeichnet iſt, oder wenn die Thore geſchloſſen ſind, an den Stein cc anſchließt, ſich aber beim Oefnen des Thores ſogleich von demſelben entfernt, wodurch offenbar die ſehr nachtheilige und ſchwer zu überwältigende Reibung an dem Stein cc ganz verhütet wird. So einleuchtend vortheilhaft dieß iſt, und ſo ſehr man ſich bei andern Schleuſen bemüht hat, jene nachtheilige Reibung zu verhüten, ſo iſt doch, ſo viel ich weiß, dieß einfache Mittel, nicht leicht in Ausführung gebracht.

§. 93.

Was die Pfanne ſelbſt anbetrifft, ſo beſteht ſie aus einer großen gegoſſenen eiſernen Platte, (plaque en fonte de fer) in Fig. 175 und 176 mit D bezeichnet, die ganz in

die Boden-Steine BB eingelaſſen, und an einem Ende halbrund, am andern aber, um dem Drehen vorzubeugen, mit zwei Ecken geformt iſt. In Fig. 176 iſt zwar der Umriß des Drehſtänders AA angedeutet; aber, um den Raum zu ſparen, auch in dem Drehſtänder die Hälfte vom Grundriß der Pfanne, um die Hälfte des Zapfens, um den das Thor ſich dreht, gezeichnet: man muß ſich alſo hier den Drehſtänder AA durchſichtig, und die eine Hälfte der Pfanne weggenommen denken.

In der Boden-Platte D, ſteht ein ſtarker ſtählerner Zapfen EE, (crapaudine male) deſſen oberer Theil cylindriſch, der untere, in der Platte D befindliche, aber viereckig pyramidaliſch geformt, letzterer von oben in die Platte eingeſteckt, und von unten mit der Schraube K feſtgeſchraubt iſt; weßhalb die Platte ſchon mit dieſem Zapfen verſehen in den Stein BB eingelegt werden muß. Das oberſte Ende des Zapfens E iſt nach einem Kugelſegmente geformt, und beſonders gut verſtählt; weil die Laſt des Thores ganz darauf ruht. Der Drehſtänder (poteau tourillon) AA iſt unten mit einem eiſernen Ringe (Bague en fer) GG beſchlagen, und in ihn eine gegoſſene meſſingne Pfanne FFFF′ (crapaudine femelle) von unten ſo eingeſetzt, daß das Centrum der Pfanne, wie zuvor angeführt, etwas vom Centro des Drehpfoſtens entfernt, und zwar auf der vom Drempel abgekehrten Seite, in x liegt. Die Pfanne ſelbſt iſt ein, auswendig achteckiges, inwendig cylindriſch ausgehöhltes Prisma F′F″, unten mit einem zirkelförmigen Ringe FF verſehen, der zum Tragen des Thores mit beiträgt, während die achteckige Form gewählt iſt, um das Drehen der Pfanne im Ständer AA zu verhüten. Die obere Fläche des inwendig ausgehöhlten Cylinders, womit das Thor auf dem ſtählernen Zapfen ruht, iſt nach einem Kugelſegmente geformet, deſſen Radius aber etwas größer iſt, als der Radius des Kugelſegmentes am Zapfen, ſo daß die Berührung nur in einer ſehr kleinen Fläche ſtatt findet. Man ſieht leicht, daß dieſe ganze Einrichtung den höchſten Grad von Feſtigkeit, mit der möglichſt geringſten Reibung verbindet, und daher äußerſt nachahmungswerth iſt.

§. 94.

Zum Anfüllen der Schleuſenkammer hat man die bei den Schleuſen des Kanals du Centre zuerſt realiſirte Einrichtung, jedoch mit vielen Verbeſſerungen, angebracht. Zuvörderſt iſt nämlich der Fallboden nicht unterwölbt, ſondern vollgemauert, weßhalb aber die Schleuſen um 10 Fuß länger haben aufgeführt werden müſſen, als es bei jener Einrichtung nöthig geweſen wäre, und nach dem, vom M. Gauthey, zum Kanal von St. Quentin entworfenen Project, der Fall ſeyn ſollte. Statt deſſen hat man cylindriſche

Kanäle von zwei Fuß Durchmeſſer, in den Seiten-Mauern um die Ober- und Unter-Thore herumgeführt, wie die Zeichnungen auf Taf. XX dieß näher angeben.

Die Kanäle beſtehen theils aus großen Steinſtücken, Taf. XX, Fig. 165, in welchen die ganze cylinderförmige Oefnung ausgehauen iſt, und die dann bloß dicht aneinander gefugt ſind, theils aus halbzirkelförmig ausgehöhlten Stücken Fig. 166, deren fehlende obere Hälfte mit 3 oder 4 Bruchſteinſtücken überwölbt wird; wie dieß auch in den Profil-Zeichnungen Fig. 162 und 163 durch punctirte Linien angedeutet iſt.

Die Enden dieſer Kanäle münden in viereckige in den Schleuſenmauern angebrachte Kammern ein und aus, welche Kammern ſchon an ſich dazu beitragen, die den Schiffen nachtheilige Unruhe des Waſſers in der Schleuſe zu verhüten, oder weniger nachtheilig zu machen; indem nämlich das Waſſer aus der Röhre in die untere Kammer ſtürzt, ſich hier ausbreitet, und ſeine Kraft gegen die obere gewölbte Decke der Kammer ausübt, tritt es durch die große Oefnung der Kammer, ziemlich ruhig, in die Schleuſe ſelbſt ein, und erlaubt den Schiffen, nahe an der Oefnung zu liegen. Eben ſo ruhig tritt es in die obere Kammer ein, welche eigentlich die Vorrichtung zum Verſchließen der Röhre enthält.

§. 95.

Zum Verſchließen der in Rede ſtehenden Kanäle dient die auf Taf. XXI. detaillirt abgebildete Vorrichtung. Fig. 181. iſt der Grundriß der kleinen ſo eben beſchriebenen Kammer, Fig. 178. ein Durchſchnitt durch dieſelbe, nach der Breite der Schleuſe genommen, und Fig. 180 die Anſicht der Schleuſen-Mauer von außen, oder von der Mitte der Schleuſe her; Fig. 178 macht einen Theil des Querprofils, ſo wie Fig. 180 einen Theil des Längen-Profils der Schleuſe aus.

Zur Erleichterung der Ueberſicht ſind alle Stücke, in ſämtlichen Figuren, immer mit denſelben Buchſtaben bezeichnet, ſo bezeichnet z. B. XX den Schleuſenboden, Z die Schleuſenmauer, u. ſ. w.

Die nach der Schleuſe gekehrte Seite der viereckigen Kammer, in welche die Röhre zur Ableitung des Waſſers einmündet, iſt nämlich mit einem hölzernen Rahmen FGHKKHGF eingefaßt, und die obere Hälfte durch die Bebohlung LL waſſerdicht verſchloſſen, wie dieß die Vergleichung von Fig. 180, Fig. 178 und Fig. 181 näher zeigen wird: aus Fig. 181 geht zugleich hervor, wie der Rahmen in der Schleuſenmauer befeſtiget iſt, nämlich dadurch, daß man die Ständer GH mit ihrer nach inwendig gekehrten breiten Seite in die beſonders dazu geformten ſchrägen Einſchnitte der Mauer z treten läßt. Beim Aufſtellen des Rahmens FGHKKHGF muß offenbar zuerſt die Schwelle F gelegt, dann müſſen die Ständer GH eingeſetzt, und zuletzt die Riegel II

und KK, letzterer von unten, erſterer von oben, dazwiſchen getrieben werden. Wird nun die Bebohlung LL zwiſchen die Riegel KK und II gebracht, ſo iſt der ganze Rahmen nicht nur in ſich feſt verbunden, ſondern auch an der Mauer zz ſicher befeſtiget.

Die untere Hälfte der Vorderſeite jener Waſſerkammer iſt offen, kann aber durch ein bogenförmiges Schützbret CC geſchloſſen werden. Dieß Schützbret CC iſt an den Armen S befeſtiget, und um die eiſernen Zapfen D beweglich. Mittelſt der Stange AA kann es aufgehoben und in die, in Fig. 178 durch punctirte Linien bezeichnete Lage, gebracht werden, wodurch die Kammer geöfnet, und dem Oberwaſſer freier Eintritt in die Röhre Φ geſtattet wird. Die Stange A iſt zu dem Ende oben durch den Bolzen υω, mit dem Hebel ββ in Verbindung geſetzt, ſo daß ſie in die Höhe gehoben wird, wenn man den um E beweglichen Hebel am andern Ende herunterdrückt, in welcher Lage er dadurch feſt gehalten werden kann, daß man ſein Ende unter den Haken a unterſchiebt, wie dieß Fig. 174, der Grundriß dieſer Vorrichtung deutlicher machen wird, wenn man ihn mit den vorigen Figuren vergleicht; zur Erleichterung dieſer Vergleichung, ſind auch hier dieſelben Stücke immer mit denſelben Buchſtaben bezeichnet. Im Grundriß, ſo wie in den vorigen Figuren, iſt die Lage, die der Hebel BB hat, während das Schützbret cc offen ſteht, durch punctirte Linien angedeutet.

Um die Schleuſe zu füllen, oder dem Waſſer den Zutritt zur Röhre Φ zu verſchaffen, darf man alſo nur durch einen Druck auf den Hebel BB die Stange AA, und das Schützbret CC aufheben, ſo wie man die Oefnung der Kammer umgekehrt wieder eben ſo leicht verſchließen kann, wenn man das Ende des Hebels BB in die Höhe hebt. Die nähere Beſchreibung der einzelnen Stücke, und der Mittel, wodurch man das Oefnen zu erleichtern geſucht hat, wird dieß deutlicher machen.

§. 96.

Das Schützbret CE ſelbſt, beſteht aus zwei krumm gearbeiteten Leiſten RR, deren krumme Seiten mit 2zolligen Bohlen cc waſſerdicht beſchlagen ſind. In jede Leiſte R iſt ein Arm ss, und beide Arme ss ſind in das Querſtück Q, eingezapft; auch daran mit dem um Q gelegten Biegel, ſo wie mit den durch Q und R durchgeſteckten Schraubenbolzen, befeſtiget. Die Biegel halten zugleich die eiſerne Achſe DD, die in Fig. 172 beſonders, von 2 Seiten zu ſehen, abgebildet iſt; die Achſe iſt nämlich platt, liegt mit der platten Seite an Q an, und hat an jedem Ende einen runden Zapfen D. In der Schleuſen-Mauer ſind Klammern PP nach Fig. 177. eingeſetzt, und vergoſſen, in welchen die Zapfen DD ruhen, ſo daß das ganze Schützbret um DD, auf und nieder gedreht werden kann. Der Bogen CC ſelbſt, iſt nicht aus D, ſondern aus i beſchrieben,

wird alſo das Schützbret gehoben, ſo beſchreibt i einen Bogen um D, und der Bogen CC entfernt ſich alſo von dem Augenblick des Hebens an, immer mehr von dem Rahmen FGI, bis er, bei ſeiner größten Höhe, oder bei der in Fig. 178 mit punctirten Linien angedeuteten Stellung, ſehr merklich von Z abſteht. Die Reibung an l wird alſo hier auf eben die Art vermindert, als es oben bei der Abrundung der Drehſtänder in den Schleuſenthoren, angezeigt iſt: es war aber auch um ſo nöthiger, dieſe Reibung zu verhüten, da das Schützbret ſehr genau an den Querbalken II, ſo wie an die bogenförmig ausgepfalzten Pfoſten GH anſchließen muß. Die Arme ss haben jeder ein rundes Loch von drei Zoll Durchmeſſer, und durch dieſes ſind die beiden runden Enden eines Stückes Halbholz oo durchgeſteckt; oo iſt mit eiſernen Reifen beſchlagen, und hat in der Mitte eine viereckige Oefnung, durch welche das untere Ende der Stange A durchgeſteckt, und mit einem Schraubenbolzen befeſtiget wird.

In der Schleuſen-Mauer iſt eine Oefnung, 7 Zoll lang, 4 Zoll breit, von der Waſſerkammer, bis oben zur Schleuſen-Mauer hinaus, angebracht, in welcher ſich die Stange AA, mit dem nöthigen Spielraum, auf und nieder bewegt. Nach oben zu, wird dieſe Stange A breiter, und hat daſelbſt ein viereckiges Loch, durch welches das eine Ende des Hebels BB geſteckt, und gleichfalls mit einem Bolzen υω daran befeſtiget iſt.

Der Hebel BB ruht auf einem großen Lagerſtein (Dez) y, an deſſen einer Seite ein ſtarker eiſerner Klammer EE angebracht, theils von oben, theils von der Seite, in den Stein eingelaſſen, und feſt vergoſſen iſt. Um das obere runde Querſtück dieſes Klammers, iſt der Hebel BB beweglich, und deßhalb mit 2 Schienen beſchlagen, die nach Fig. 173 um E gekrümmt, und an BB durch 4 Schraubenbolzen angeſchraubt ſind. Fig. 173 zeigt zugleich den Beſchlag, mittelſt deſſen der Bolzen υω an den Hebel befeſtiget wird. Man ſieht nun leicht, wie die Klappe, oder das Schützbret CC, durch den Hebel BB bewegt wird. Ein Stoß auf BB, iſt hinreichend, die Klappe zu öfnen, ſo wie ſie durchs Aufheben von BB, leicht dicht verſchloſſen werden kann, und dann, nachdem das Waſſer durch die Röhre Φ abgefallen iſt, vermöge ihrer Schwere, um ſo feſter an den Rahmen FGZ anſchließt.

§. 97.

Bei Gründung der Schleuſen des Kanals von St. Quentin, hat man noch den großen Vortheil, des Waſſerſchöpfens beinahe ganz überhoben zu ſeyn, weil der Kanal viel höher als die angränzenden Gewäſſer liegt, und alſo immer trocken gehalten werden kann. Es bedarf dazu bloß eines kleinen interemiſtiſchen Quer-Grabens nach dem Fluß-

chen. Eben ſo läßt man den Kanal, ſelbſt bei wichtigen Reparaturen, die die Schiff-fahrt ohnehin unterbrechen, trocken ab. Ein Umſtand, wodurch die Ausführung der Schleuſen-Baue, und aller übrigen Kanal-Baue, ſehr erleichtert, und anſehnlich zur Verminderung der Koſten beigetragen wird. Bloß bei den Brückenkanälen, iſt dieſe Gründung im Trocknen nicht anwendbar, bei ihnen erleichtert man ſich die Arbeit indeſſen, wie bereits mehreremale angeführt iſt, dadurch, daß man dem Fluß ein neues Bette gibt, und auf demſelben die Brückenkanäle anlegt, ehe der Fluß hineingeleitet iſt.

So viel von der Bauart dieſer, meinem Dafürhalten nach, muſterhaft zweckmäßigen Schleuſen, von denen jede, in der beſchriebenen Art, ganz maſſiv gebauet, 16000 Rthlr. Preuß. Cour. (60,000 Francs) koſtet.

Ohne die entfernteſte Abſicht, hier Regeln zum Schleuſenbau aufſtellen, oder Bau-Methoden, die von den erſten Hydrotekten als zweckmäßig anerkannt, und durch vieljährige Erfahrungen geprüſt ſind, auf irgend eine Art tadeln zu wollen, kann ich mir doch die Bitte nicht verſagen, die hier geſchilderte, mit der in Preußen üblichen, auf mehreren Kanälen realiſirten, und in allgemein bekannten Werken beſchriebenen Schleuſen-Bauart, zu vergleichen. Es würde mir ſehr angenehm ſeyn, meine Ideen über einen ſo wichtigen Gegenſtand berichtigen zu können, und über die Vorzüglichkeit der Preußiſchen Bauart belehrt zu werden; allein ich fürchte, man wird ſich bei Vergleichung derſelben, mit der Franzöſiſchen, ſchwerlich ganz des Gedankens enthalten können, die letztere müſſe zu kühn, oder die erſtere zu ſchwerfällig ſeyn: denn beide Schleuſen haben denſelben Zweck, und ſind ungefähr derſelben Gefahr ausgeſetzt, indem es auch in Preußen nicht an Schleuſen fehlt, die auf einem eben ſo guten Lehmboden liegen, als die Franzöſiſchen. Zugegeben auch, daß bei der Franzöſiſchen Bauart etwas gewagt wird, ſo iſt dieß doch ſicher nicht viel mehr, als bei jedem großen Land-Gebäude, das man ohne Pfahlroſt aufführt, oder bei jedem beträchtlichen Erd-Deich, der einen bedeutenden Waſſerdruck aushalten muß, inſofern nur die Kanäle, auf welchen die Schleuſen liegen, nicht zum Abzuge fließender Gewäſſer dienen, oder die Schleuſen nicht in beſtändig fließenden Gewäſſern gebauet ſind. Bedenkt man überdieß, daß die Franzöſiſchen Steinſchleuſen, ihrer leichten Bauart wegen, noch lange nicht ſo viel koſten, als die Preußiſchen, ſo ſcheint es doch ſehr unausgemacht, ob jene Gefahr mit dieſer Erſparung im Verhältniſſe ſtehe, das heißt, ob es nicht rathſamer ſeyn ſollte, 10 Schleuſen, wovon eine wirklich einſtürzt, und alſo noch einmal gebauet werden muß, jede für eine kleine Summe, als alle 10 Schleuſen für eine doppelt oder vielmal ſo große Summe zu bauen, um den Einſturz der einen Schleuſe zu verhüten.

Auf Triebſand, auf Sumpf, auf ſchwimmendem Torfboden u. dergl. würde es frei-

lich Tollkühnheit ſeyn, eine maſſive Schleuſe, ohne tüchtigen Pfahlroſt aufführen zu wollen, noch viel weniger können hölzerne Schleuſen, die keine vortheilhafte Compreſſion des Bodens durch ihr Gewicht bewirken, ohne eingeſchlagene Pfähle erbauet werden; wo das Terrain aber aus einer derben Schicht fetten Lehm beſteht, da dürfte die Gefahr, bei der Bauart ohne Pfahlroſt, bisher vielleicht größer angegeben ſeyn, als ſie wirklich iſt; wenigſtens fehlt es in Frankreich, bei der Menge Schleuſen, die nun ſchon auf dieſe Art gebauet ſind, noch beinahe ganz an Beiſpielen vom Verunglücken derſelben.

§. 98.

Ohne dieſe ſogenannte leichte Bauart, und die damit verbundene außerordentliche Wohlfeilheit der Schleuſen, hätte Frankreich ſicher nie die koloſſalen Kanal-Anlagen ausführen können, deren man dort ſeit Jahrhunderten ſo viele antrifft. Der Kanal du Midi, und ſelbſt der in Rede ſtehende Kanal von St. Quentin, der 24 Schleuſen, und eine ſehr große Menge anderer Baue, als Brücken, Abzüge, Brückenkanäle, Baſſins u. ſ. w. hat, würde wahrſcheinlich nie unternommen ſeyn, wenn man nicht alle jene Baue mit Koſten hätte ausführen können, die im Verhältniß zu den Preußiſchen erſtaunenswürdig geringe ſind. Der ganze Kanal ſoll, nach dem oben angeführten Anſchlage, ungefähr 1,500,000 Rthl. Preuß. koſten; dafür würden in Preußen, nach den bisherigen Sätzen, ungefähr die 24 Schleuſen haben gebauet werden können; wo bleiben dann aber die Koſten zu den übrigen Anlagen? zur Ziehung des Kanals ſelbſt, und beſonders zu dem unterirdiſchen, dem bei weitem koſtbarſten Theile deſſelben? Es läßt ſich mit einigem Grund hiergegen einwenden: in Frankreich könne man maſſive Schleuſen wohlfeiler als in Preußen bauen, da die Quaderſteine dort zur Stelle gefunden werden. Allein ein Mauerwerk aus Ziegeln, die auch häufig zur Stelle verfertiget werden können, wie es z. B. beim Bau der Schleuſen am Bromberger Kanal geſchehen iſt, dürfte wohl nicht koſtbarer und auch nicht ſchlechter ſeyn, als eine Franzöſiſche Quaderſtein-Mauer, deren Steine doch faſt immer, und auch beim Kanal von St. Quentin, mehrere Meilen von der Bauſtelle gebrochen, und größtentheils zu Lande angefahren werden müſſen. Es gibt aber auch im Preußiſchen Staat Schleuſen, die von ganz nahe dabei gebrochenen ſehr ſchönen Bruch-Steinen gebauet ſind.

Ein zweiter Einwand gegen die Anwendung der wohlfeilern Franzöſiſchen Bauart, auf Preußen, iſt der, daß Frankreich faſt durchgehends einen ſtrengen Boden, Preußen aber, in den meiſten Gegenden, leichten Boden, viel Sand- und Torf-Land hat. Zugegeben, daß dieſer Einwand völlig gegründet ſey, ſo würde man doch vielleicht mit ungleich leichterer, als der bisher üblichen Pilotage bauen können, denn auch in Holland,

und in den niedrigen Gegenden vom weſtlichen Deutſchlande, wo das Terrain ſicher nicht vortheilhafter iſt, als im Preußiſchen Staat, bauet man das Grundwerk der Schleuſen außerordentlich viel leichter als hier; ſo daß in Holland, bei den ſehr hohen Tagelohnſätzen, und bei dem hohen Preiſe der Steine, eine maſſive Schleuſe unverhältnißmäßig weniger koſtet, als hier, ob gleich der größte Theil des Bauholzes aus Preußen dorthin geholt wird. Allein es fehlt in Preußen nicht an Gegenden, die den ſchönſten fetten Lehmboden enthalten; daß man aber auf dieſen Boden ſelten Schleuſen bauete, ſcheint eigentlich daher zu rühren, weil man ſich mit der Schiffbarmachung gewöhnlich auf die kleinen Flüſſe, oder doch auf das ganz niedrige Land beſchränkte. Das niedrige Land iſt in Frankreich ſo wenig als hier, zu maſſiven Bauen ohne Pilotage geeignet, man vermeidet es aber mehr, als daß man es ſucht, und zieht die Kanäle gewöhnlich auf den mäßigen Anhöhen, die faſt allenthalben beſſeren Bau-Grund haben, als die Niederungen. Gäbe es vielleicht noch andere, weniger auf der Localität als auf der hergebrachten Verfaſſung beruhende Gründe zur Rechtfertigung und Beibehaltung der Preußiſchen Schleuſen-Bauart, ſo wäre hier doch nicht der Ort, ſie zu erörtern und zu prüfen.

§. 99.

Welches unabſehbar weite Feld eröfnet ſich aber der inländiſchen Schiffahrt, wenn man aufhört, Schleuſen und andere Kanal-Anlagen als ſo ſehr koſtbare Baue anzuſehen. Schwerlich läßt ſich dann eine Gegend auffinden, die nicht mit ſchiffbaren Kanälen durchſchnitten, deren Wohlſtand dadurch nicht ſehr erhöhet werden konnte: man ſteigt mit den Kanälen über Berge, wo aller natürliche Waſſerzufluß aufhört, und wo nur künſtlichgeſammletes Regenwaſſer die Kanäle ſpeiſt, man fällt wieder in die niedrigſten Thäler, kreuzt Schluchten und Flüſſe, ohne zu allen dieſen Anlagen Kapitalien nöthig zu haben, die ſich nicht durch die Vortheile der Schiffahrt directe, noch mehr aber indirecte verzinſen ſollten, ja man kommt zuletzt an das Ideal aller inländiſchen Navigation, d. h. man ſucht es dahin zu bringen, daß die Flußſchiffahrt durch die Kanal-Schiffahrt gänzlich verdrängt werde. Schon lange iſt man in Frankreich, und ſpäter auch in England, von der eigentlichen Schiffbarmachung der Flüſſe abgegangen, zieht jetzt faſt durchgehends Kanäle neben den Flüſſen, und verſieht ſie mit Schleuſen, wodurch zwiſchen den Schleuſen ruhiges Waſſer, ein Haupterforderniß der vollkommenen Schiffahrt, erhalten wird; dieß allein macht es möglich, mit ſehr geringen Koſten, und ohne alle Gefahr, große Laſten weit regelmäßiger und ſicherer als zu Lande, den Kanal herauf und herunter, aus einer Gegend in die andere, zu transportiren. Erſt bei dieſer vollkommenen Einrichtung der Kanäle, ſcheinen ihre Vortheile fühlbar zu werden; dahingegen jede

weniger gut, wenn gleich viel koſtbarer ausgeführte Anlage ſehr leicht nur von Vervielfältigung derſelben, und von Realiſirung vollkommener Anlagen abſchrecken kann, weil die dazu hergegebenen Kapitalien ſich in der Regel nicht verzinſen, ja oft nicht einmal die Koſten zur Unterhaltung der Anlagen einbringen.

§. 100.

Die Schleuſen des eigentlichen Kanals von St. Quentin nach Cambray konnten offenbar, der Kürze der Zeit wegen, im Frühjahr 1804 noch nicht vollendet ſeyn; die Etablirung dieſes Kanals machte aber eine Wiederherſtellung des (weiter unten zu beſchreibenden) Kanals de Picardie nöthig. Der Anfang der Arbeiten wurde daher mit Erbauung zweier Schleuſen auf dieſem Kanal bei Voloux und Menneſſy gemacht: dieſe wurden 1803 fertig, und die letztere derſelben iſt es daher eigentlich, die durch die Zeichnungen auf Taf. XX dargeſtellt iſt. Zwiſchen St. Quentin und Cambray waren im Jahr 1803 mehrere Schleuſen gegründet, und man bauete bei vielen im Frühjahr 1804 ſchon an den Mauern; den Winter hindurch hatte man, wo die Localität es irgend geſtattete, das Waſſer über die Schleuſenfundamente treten laſſen, um dadurch, wie es oben (§. 84.) bei den Abzügen angeführt wurde, das Setzen des Fundaments zu befördern.

IV. Von den Brücken.

§. 101.

Die Brücken des Kanals von St. Quentin ſind, wo es füglich anging, zur Erſparung der Koſten, mit den Schleuſen verbunden, wie dieß die Zeichnungen auf Taf. XX angeben, in welchen die auf der Schleuſe von Menneſſy angebrachte Brücke abgebildet iſt. Alle dieſe Brücken werden nach flachen Zirkelbogen aufgeführt, und bei den für ſich allein zu erbauenden, wird der Treidelweg unter der Brücke durchgeführt.

Brücken mit Klappen bauet man gar nicht, weil alle den Kanal befahrende Gefäße nicht ſegeln, ſondern bloß treideln ſollen.

Wir kommen nun zum unterirdiſchen, ſicher dem intereſſanteſten Theil des Kanals von St. Quentin, und vielleicht dem intereſſanteſten je realiſirten Kanal.

V. Von der unterirdiſchen Kanal-Strecke.

§. 102.

Die Bauart der unterirdiſchen Kanäle im Allgemeinen, daß man nämlich ſenkrechte Schächte von oben bis zum Kanal ausgräbt, und durch ſie das herauszufördernde Ge-

ſtein oder Erde fortſchafft, wird als bekannt vorausgeſetzt. Wo man bei dem Ausgraben des Kanals oder der Schächte vom Filtrations-Waſſer behindert zu werden fürchten muß, da iſt es offenbar am vortheilhafteſten, und natürlichſten, den Kanal an einem oder an beiden Enden anzufangen, und das Waſſer durch den fertigen Theil des Kanals abfließen zu laſſen; es läßt ſich aber vorausſehen, daß die Arbeit auf dieſe Art ſehr langſam gehen muß, weil nur wenige Menſchen in der Breite des Kanals nebeneinander arbeiten können; um daher den Kanal von St. Quentin, in der beſtimmten Zeit von 3 Jahren, fertig zu ſchaffen, fing man gleich damit an, alle Schächte auszutiefen, und wollte, in der gehörigen Tiefe, von jedem Schacht rechts und links fortarbeiten, bis der Kanal dadurch in ſeiner ganzen Länge durchbrochen wäre. Das auf Taf. XIX, Fig. 161 dargeſtellte Längen-Profil von einem Theil des unterirdiſchen Kanals in der Gegend von Bellicourt, zeigt, wie weit die Arbeit, auf dieſe Art, bis zum 21. September 1803, hier vorgerückt war.

Im Anfange des Jahres XII, wurde dem erſten Conſul eine Nachricht von den bereits bewirkten Arbeiten des Kanals, und eine Zeichnung, die das Längenprofil durch den ganzen Kanal darſtellte, vorgelegt. Fig. 161 iſt die Copie von einem Stück dieſes Profils, und zwar zeigt darin die unten mit ſchrägen Linien angedeutete Schicht den auszugrabenden Kanal an. Als ich ihn ſah, waren die Arbeiten natürlich ſchon viel weiter vorgerückt. Die Durchbrechung des Terrains an ſich verurſachte hier keine Schwierigkeiten, indem daſſelbe oben aus fettem rothen Lehm beſtand, der in einiger Tiefe allmählig in einen weichen Kreide-Felſen, mit eingeſprengten Kieſelſteinen, überging. An der Luft verhärtete dieſer Kreide-Felſen bald, unter der Erde iſt er aber ſo weich, daß er ohne Schwierigkeit, mit gewöhnlichen Piken, bearbeitet werden konnte, ohne daß man irgendwo genöthiget geweſen wäre, zum Schießen mit Pulver ſeine Zuflucht zu nehmen. Aeußerſt merkwürdig iſt es, daß man in dieſem ſo ſehr durchwühlten Geſtein, bis zum Frühjahr 1804, noch nicht die geringſte Spur von Muſcheln, Schnecken, oder Abdrücken von Thieren und Pflanzen vorgefunden hat, die man in anderen Kalkgebirgen in ſo großer Menge antrifft. Mitten in dem Fels liegt eine ſehr feſte Stein-Schicht, die in Taf. XIX, Fig. 152 mit φ bezeichnet iſt, und deren Durchbrechung ſchwieriger als die der anderen Stellen war.

§. 103.

In der ganzen Tiefe des Geſteins blieben die Schächte uneingefaßt ſo ſtehen, wie man ſie ausgehauen hatte, bloß in der obern Erdſchicht, bis auf 40—60 Fuß Tiefe, oder bis zum Buchſtab λ in Fig. 152, hatte man ſich genöthiget geſehen, ſie mit Holz

einzufaſſen, um das Nachſtürzen der Erde zu verhüten. Die Art, wie man dabei verfährt, hat zwar ſehr viele Aehnlichkeit mit dem Abſteifen bei der Ausgrabung tiefer Brunnen, es wird indeſſen vielleicht manchen Leſern angenehm ſeyn, ſie hier näher beſchrieben zu finden, beſonders da dieſe Methode, in einigen neuen Deutſchen Schriften, etwas anders geſchildert iſt.

Die Schächte (puits) erhalten ſämtlich die Form eines Achteckes, und dabei 10 Fuß Durchmeſſer, Taf. XIX, Fig. 159 zeigt den Grundriß, und Fig. 160 einen Theil des Durchſchnittes von einem ſolchen Schacht. Man ſieht daraus, wie derſelbe mit ein- bis $1\frac{1}{2}$ zolligen Bretern umgeben iſt, wie dieſe durch achteckige Rahmen gehalten, oder an die Erde gepreßt werden, und wie die Rahmen durch verticale Zangen zuſammen verbunden ſind. Taf. XXII, Fig. 182 zeigt, nach größerem Maaßſtabe, das Blatt, mit welchem die einzelnen Stücke eines jeden Rahmens ſo zuſammengeſetzt werden, daß ſie weder beim Zuſammenſetzen, noch beim Auseinandernehmen, den geringſten Spielraum nach der Seite nöthig haben, ſondern bloß nach oben oder nach unten bewegt werden dürfen, wenn der ganze Rahmen auseinander genommen werden ſoll; erſt durch die von einem Rahmen zum andern angebrachten und mit hölzernen Nägeln angeſchlagenen Zangen, die in Fig. 160 mit $\alpha\beta$ bezeichnet ſind, erhält der Rahmen völlige Feſtigkeit, und alle Rahmen im ganzen Schacht werden dadurch zu einem einzigen Körper verbunden. Demunerachtet wird die Einfaſſung des Schachts, hier ſo wenig, als beim Abſteifen der Brunnen, wenn man tiefer gräbt, tiefer herabgelaſſen und oben verlängert, ſondern der obere Theil bleibt ungerührt ſtehen, und die Einfaſſung wird unten immer um ſo viel verlängert, als man weiter gegraben hat.

§. 104.

Bei der Art, wie man dieß in den Schächten des Kanals von St. Quentin bewirkte, laſſen ſich zwei Methoden unterſcheiden. Nach der erſteren, die für ſehr loſes Erdreich anwendbar, und durch die 183ſte Figur auf der XXIIſten Kupfertafel erläutert iſt, fängt man damit an, einen achteckigen Rahmen a zu legen, ſchlägt, rund um ihn herum, die Breter $\beta\gamma$ von drei Fuß Länge etwas in die Erde, gräbt zwiſchen ihnen das Terrain aus, und treibt, während deſſen, die Breter immer tiefer ein; iſt man damit bis δ, oder zur Tiefe von drei Fuß fortgefahren, ſo wird die zweite Breterreihe $\delta\varepsilon$ ſo eingeſtellt, wie ſie, in der Fig. 183, durch punctirte Linien angedeutet iſt; alsdann wird der Rahmen ζ, der nun unten auf der Erde liegt, verbunden, durch die Zangen an α befeſtiget, und mit der Ausgrabung fortgefahren, wobei man die Breter $\delta\varepsilon$ immer nachtreibt, bis ihre Oberkante δ, den Rahmen ζ beinahe erreicht hat; worauf man dann die

dritte Breterreihe einſtellt, den dritten Rahmen legt, und ſo immer weiter fortfährt. Dieß Verfahren würde ſelbſt in einem ſchwimmenden Moraſtboden, oder ganz trockenen fliegenden Sandboden, mit Sicherheit angewendet werden können, der durchaus auf keine, noch ſo geringe Höhe ohne Abſteifung vertical ſtehen bliebe; ſolcher Boden iſt aber ſehr ſelten: man kann daher faſt immer mit weniger Vorſicht zu Werke gehen, d. h. man kann ſich in der Regel die Mühe des Nachſchlagens der Breter erſparen, oder wenn die erſten Breter geſetzt und abgeſteift ſind, das Terrain gleich auf die zweite Breterlänge ohne Abſteifung ausgraben, um die zweite Breterreihe gleich ſo, wie ſie ſtehen bleiben ſoll, einſetzen und abſteifen, dann die dritte Bretlänge ausgraben u. ſ. w., wobei das Terrain dann nur auf die geringe Höhe einer Bretlänge, alſo etwa 3 Fuß, vertical ſtehen bleiben darf. In einiger Tiefe bleibt aber ſelbſt der fliegende Dünnenſand, beſonders wenn das Loch rund ausgegraben wird, auf dieſe geringe Höhe, ziemlich lange vertical ſtehen *).

§. 105.

Eine zweite, ſpecifiſch von der obigen verſchiedene Methode beſteht darin, daß man den Bretern eine größere Länge gibt, die wenigſtens noch etwas mehr als zwei Rahmen-Diſtanzen beträgt; wobei aber nothwendig vorausgeſetzt wird, daß das Terrain auf dieſe größere Bretlänge unabgeſteift vertical ſtehen bleibe. Man legt nämlich Fig. 184 zuerſt einen Rahmen α, ſtellt die Breter $\beta\gamma$ herum, ſchlägt ſie, während man mit dem Graben vorrückt, immer tiefer ein, legt dann den Rahmen δ, und fährt mit dem Graben nicht nur bis γ, ſondern bis zum Ende der zweiten Breterlänge, alſo bis η fort, ſtellt dann die Breter $\zeta\eta$, ſchlägt die Rahmen ε und ϑ, gräbt dann wieder bis zum Ende der dritten Bretlänge und ſo fort. Es iſt einleuchtend, daß die Breter, wenn ſie zwei Rahm-Diſtanzen lang, oder noch länger ſind, nicht wie die vorigen eingeſetzt, und während des Grabens nachgeſchlagen werden können, weil ſie ſonſt, wegen des Rahmens δ, eine zu ſchräge Stellung bekommen würden, es iſt alſo auch nicht nöthig, daß das obere Ende der zweiten Bretreihe das untere der erſten überdecke, ſondern es reicht hin, wenn beide auf der Mitte eines Rahmens ſtumpf aneinander geſtoßen werden; wie man dieß bei mehreren Schächten, zur Erſparung der Koſten gethan hatte. Fig. 185 macht dieſe letzte Bau-Art deutlicher.

---

*) Ich habe unlängſt Veranlaſſung gehabt, in einem Sand-Berge, der kaum einige Spuren von Gras erzeugt, hierüber einen Verſuch anzuſtellen. Es wurde in dieſen Berg ein ganz rundes Loch, 8 Fuß im Durchmeſſer, 10 Fuß tief, ohne alle Doſſirung gegraben, und zeigte nicht die geringſte Spur von Nachſturz; abſichtlich ließ ich es nicht zuſchütten, und fand es, nach einigen Wochen, zum Theil vom Flugſande verweht, und halb verſchüttet, aber nicht eingeſtürzt.

Die erſte der beiden hier beſchriebenen Methoden wurde auf der Kanalſtrecke bei Tronquoy, die andere auf der großen Kanalſtrecke bei Bellicourt befolgt; beſonders an der letzten war der Boden ſo gut, daß man mehrere Schächte auf die ganze Tiefe ausgraben konnte, ſie nachher von oben bis unten auf einmal abſteifte, und den Zwiſchenraum zwiſchen den Bretern und dem Erdboden, dann mit Erde füllte. Es geſchah dieß eigentlich bloß, um dem Abbröckeln des Lehms vorzubeugen, welcher bekanntlich im Anfange wie Felſen ſenkrecht ſtehen bleibt, mit der Zeit aber Riſſe bekommt, und nachſtürzt.

§. 106.

Aus der Nähe, in welcher die Schächte nach Taf. XIX, Fig. 152, bei einander angelegt werden, kann man auf ihre große Anzahl ſchließen. Man bringt ſo viele Schächte an, theils um die Arbeit zu beſchleunigen, theils um die Koſten der Transportirung des Geſteins im unterirdiſchen Kanal, wo es bis zum nächſten Schacht gekarrt werden muß, zu vermindern. Die letzteren Koſten hängen nicht von der Tiefe ab, die Koſten der Anlage eines Schachts nehmen aber mit der Tiefe zu, für jede Tiefe gibt es alſo eine vortheilhafteſte Entfernung je zweier Schächte von einander, worüber Herr Woltmann (Beiträge zur Baukunſt ſchiffbarer Kanäle S. 372 und f.) ſchätzbare Bemerkungen mittheilt. Dieſer vortheilhafteſten Entfernung ſollte man ſich bei Beſtimmung der Schächte ſo viel wie möglich zu nähern ſuchen. Statt deſſen hatte man aber, gerade umgekehrt, die tiefen Schächte nahe aneinander gelegt, und die weniger tiefen weiter von einander entfernt: freilich nicht aus Unwiſſenheit, ſondern weil es hier weniger auf Koſten- als auf Zeit-Erſparung ankam, und weil das Herausfördern durch tiefe Schächte offenbar viel langſamer von ſtatten geht, als durch flache, ſo daß eine tiefliegende Kanalſtrecke, mit Hülfe von 20 Schächten, kaum in der Zeit geräumet werden kann, in welcher man eine weniger tiefe, durch 10 Schächte, ausgräbt.

§. 107.

Nach Vollendung des Kanals, wird ein kleiner Theil der jetzigen Schächte völlig hinreichen, um die Luftcirculation in demſelben zu unterhalten; man will daher die meiſten Schächte mit dem herausgeförderten Geſtein verſchütten, und nur einige offen laſſen und im obern Erdreich, mit Ziegeln, in Form eines Cylinders von 8 Fuß Durchmeſſer, ausmauern. Der untere Theil der Schächte ſoll ganz frei ſtehen bleiben, und die Ziegelmauern auf die oben angeführte feſte Steinſchicht gegründet, bei ihrer Aufführung aber die Holz-Einfaſſung der Schächte weggenommen, und der Raum zwiſchen der Mauer und der Erde, mit dem herausgeförderten Geſtein, vollgeſtampft werden.

§. 108.

Bei Tronquoy war ſowohl das obere Erdreich, als auch das untere Geſtein, ungleich loſer, als bei Bellicourt, ſo daß ſich hier auch beim Graben der Schächte nur wenig Filtrations-Waſſer gezeigt hat; eine deſto größere Menge fand ſich aber in dem feſten Geſtein bei Bellicourt, wo Taf. XIX, Fig. 152 bei xx anzeigt, auf welcher Tiefe man in jedem Schacht das Waſſer antraf, und zwar ſtrömte es hier in ſolchem Maaße zu, daß man es mit den gewöhnlichen Kübeln nicht ſchnell genug ausſchöpfen konnte, ſondern, im Frühjahr 1804, eine große Dampfmaſchine bei einem Schacht aufſtellte. Sobald dieſe Dampfmaſchine den Schacht trocken gemacht haben würde, wollte man ihn, durch einen ſchmalen Waſſerkanal, mit dem nächſten verbinden, und dadurch das Waſſer aus mehreren Schächten herausſchaffen, um dann von allen dieſen Schächten, rechts und links, weiter arbeiten zu können. Und zwar alles dieß bloß, um den Kanal in 3 Jahren fertig zu bekommen, da doch offenbar das Filtrationswaſſer die Arbeit nicht aufhalten konnte, wenn man das Durchhauen des Felſens bloß von den Enden angefangen und nach der Mitte fortgeſetzt hätte. Man befürchtete mit Grund, daß auch die Dampfmaſchine noch nicht im Stande ſeyn werde, alles Filtrations-Waſſer bis auf die erforderliche Höhe zu heben, und war daher mit dem Durchhauen eines kleinen Abzug-Kanals beſchäftiget, der über dem eigentlichen Schifffahrts-Kanal geführt wurde, und bloß dazu dient, das hochſtehende Filtrations-Waſſer, während des Baues, nach den Stellen zu leiten, wo es niedrig ſteht, und theils einen natürlichen Abzug im Geſtein hat, theils auch ſchon bis zum Ende des unterirdiſchen Kanals, herausgeführt werden kann.

§. 109.

Zum Herausfördern des Geſteins aus den Schächten bedient man ſich größtentheils der bei Bergwerken gewöhnlichen ordinairen liegenden Winden (Göpel), die durch Kurbeln gedreht werden, und um welche ſich ein langes Tau wickelt, deſſen eines Ende den vollen Eimer heraufzieht, während der am andern Ende hängende leere Eimer herabſinkt.

Bei einigen Schächten wurde die Herausförderung des Geſteins durch Pferde bewirkt, und zwar mittelſt der auf Taf. XXII, Fig. 180 in der Anſicht, und Fig. 194 im Grundriß abgebildeten Vorrichtung.

Dieſe beſtand bloß in einer von einem Pferde bewegten Tummelwelle AA, an welcher ſich eine Trommel BB befindet, um die ſich das Tau aufwickelt, an dem die Kübel H hängen. Dieß Tau geht nämlich, über die Walzen F und G, in den Schacht herab, ſo daß ſich auch hier das eine Ende aufwickelt, und den beladenen Kübel heraufbringt, während das andere mit dem ledigen in den Schacht herabſinkt. Sobald der

volle Eimer heraufkommt, muß das Pferd angehalten, oben der volle Eimer abgenommen, und ein lediger angehängt, unten im Kanal aber unterdeſſen der ledige Eimer abgenommen, und der volle angehängt, dann das Pferd umgewendet, und die Maſchine nach der andern Seite bewegt werden; zu welchem Ende der Schwengel D, woran das Pferd zieht, mittelſt eines Wirbels am Zieharm CD befeſtiget iſt, und alſo nach allen Seiten gedreht werden kann.

§. 110.

Eine andere Vorrichtung, die Taf. XIX, Fig. 158 bei A im Grundriß, bei B in der Anſicht darſtellt, iſt zwar mehr zuſammengeſetzt, hat aber den Vortheil, daß das Pferd beſtändig nach derſelben Seite herumgehen kann, und auch nicht angehalten werden darf, wenn der volle Eimer mit dem ledigen verwechſelt wird. Man ſieht aus der Zeichnung, daß ein an der Tummelwelle MM angebrachtes Kammrad EE, den Drilling EF bewegt, an deſſen Axe die liegende Trommel GG angebracht iſt, eine ähnliche liegende Trommel oder Tritze befindet ſich unten in der Grube; um beide ſind zwei Taue ohne Enden cccc, ſo feſt umgeſpannt, daß ſie ſich auf den Stäben der Trommeln nicht verſchieben können. Beide Taue werden durch hölzerne kleine Querſtäbchen zuſammengehalten, die daran, wie die Sproſſen an einer Strickleiter, mit Bindfaden feſtgebunden, und in Fig. 158 mit ii bezeichnet ſind. Dieſe Stäbchen legen ſich, beim Umdrehen der Trommel, in die Zwiſchen-Räume der darauf angebrachten Stäbe, und verhüten dadurch, um ſo mehr, das Gleiten der Taue, das ſonſt eine gar zu ſtarke Anſpannung nöthig machen, und gar zu ſtarke Reibung an den Zapfen der Trommeln erzeugen würde. An den Tauen cc ſind überdieß eiſerne Doppelhaken L feſtgebunden, die zum Anhängen der Körbe H dienen, in welchen Körben das Geſtein heraufgeſchafft wird. Während nämlich das Pferd die Tummelwelle MM, und dadurch auch die Trommel GG dreht, hängen die Arbeiter, unten im Kanal, einen gefüllten Kübel H an einen jener Haken L; andere oben ſtehende Arbeiter ergreifen ihn, ſobald er aus dem Schacht herauf kommt, haken ihn los, jedoch ohne die Bewegung der Maſchine anzuhalten, ſchütten das herausgeförderte Geſtein fort, und hängen den Eimer oben, aber auf der andern Seite der Trommel, an den nächſten vorbeigehenden Haken i an, von wo er unten im Kanal wieder abgenommen und auf der andern Seite der untern Trommel durch einen unterdeſſen gefüllten Eimer erſetzt wird. Dieſe Maſchine hat zwar einige Vorzüge vor der vorigen, greift aber auch das Pferd durch die Erſchütterung beim Anhängen und Abnehmen der Kübel, durch die ſo ſehr wechſelnde Laſt, und durch die ununterbrochene Bewegung ſehr an, ſo daß beim Gebrauch derſelben, wie man mir verſicherte, kein merk-

licher Vortheil im Vergleich mit der vorigen, oder mit dem gemeinen Göpel, ſtatt finden ſoll.

§. 111.

Was nun endlich den unterirdiſchen Kanal ſelbſt anbetrifft, ſo erhält er durchgehends eine Breite von 24 Pariſer Fuß. Die lange Strecke bei Bellincourt war im Frühjahr 1804 noch nicht ganz durch den Berg durchgeführt, weil das Filtrationswaſſer, wie wir oben angeführt, die Arbeit ſtörte. In Taf. XIX, Fig. 161 iſt der im Felſen auszuhauende Kanal mit feinen ſchrägen Strichen angedeutet, und der Theil, der bis zum 21ſten Septbr. 1804 ſchon ausgehauen war, ganz weiß gelaſſen; man ſieht daraus, wie die Arbeit zuerſt in geringer Höhe, von einem Schacht zum andern betrieben wurde. Im Frühjahr 1804 waren mehrere Stellen des Kanals ſchon in der erforderlichen Weite von 24 Fuß, und oben, je nachdem das Geſtein feſt oder weniger feſt war, halbzirkelförmig, oder ſehr hoch und nach einem gothiſchen Spitzbogen, ausgehauen. In der Mitte des Kanalbodens war hier ein Graben angebracht, der das Waſſer abführte, und dadurch die Seiten, wo man arbeitete, ziemlich trocken hielt. Hin und wieder bemerkte man, daß das Geſtein Riſſe bekam und abbröckelte, doch fielen nur einzelne kleine Stückchen heraus. An den meiſten Stellen wird der Kanal daher hier, ganz ohne Gewölbe, ſicher beſtehen können. Weit anders verhält es ſich aber auf der kurzen Kanalſtrecke bei Tronquoy. Dieſe hat ungleich loſeres Geſtein, daher auch wenig Filtrationswaſſer, und war ſchon, in 8 bis 12 Fuß Breite, durch den ganzen Berg durchgeführt. Die Maſſe des Berges iſt auch hier ein weicher Kalkſtein, aber ohne eingeſprengte Kieſel, und mit entſetzlich vielen Spalten durchzogen, ſo daß hier nicht nur kleine Stücke, ſondern von Zeit zu Zeit große Maſſen von der Kanaldecke herabſtürzten, weßhalb man mehrere Stellen ſchon damals interemiſtiſch mit Holz hatte abſteifen müſſen.

An einer Stelle war ſogar die Decke des Kanals, mit der darüber liegenden Erde, bis zur Erdoberfläche nachgeſtürzt, und dadurch oben (zu Tage) eine große brunnenartige Vertiefung entſtanden; man ſieht hieraus, mit welchen großen Schwierigkeiten das Erweitern des Kanals, und auch das ganz nothwendige Ueberwölben deſſelben, hier verbunden ſeyn mußte.

§. 112.

Allenthalben, wo das Geſtein abbröckelt, ſollte der Kanal mit Ziegeln überwölbt werden. Die Stärke des Gewölbes ſollte dabei verſchieden, und mit Rückſicht auf den wahrſcheinlichen Druck des Geſteins, beſtimmt werden; über die Geſtalt des Gewölbes, und über die Art der Ausführung, war aber noch nichts feſtgeſetzt. Nach dem Projecte

des Directeurs der Arbeiten M. Gayant, ſollte er das Taf. XIX, Fig. 162 angegebene Profil, nämlich ein halbzirkelförmiges Gewölbe, und darüber eine Gallerie zur Ableitung des Waſſers während der Arbeit, erhalten.

Das Gewölbe kann offenbar nicht von oben gemauert werden, man will daher die Lehrbogen nur mit höchſtens 3 Fuß langen Schaalbretern belegen, über welche ein Maurer noch bequem herüber reichen kann, und will dann von der Seite mauern laſſen, wobei der Maurer ſich, je weiter er mit der Arbeit vorrückt, deſto weiter zurückziehen muß. Der Zwiſchenraum zwiſchen dem Gewölbe und dem Geſtein, ſoll ausgemauert, oder mit Cementmörtel ausgegoſſen, und auch das ganze Gewölbe, zur Verhütung der Filtration, in Cement gemauert werden. Alles Maaßregeln, deren Nothwendigkeit nicht zu läugnen, deren Koſten aber ungeheuer ſind.

§. 113.

Um den Widerſtand zu vermindern, den das Waſſer beim Fahren eines Gefäßes demſelben, indem es ihm ausweicht, entgegenſetzt, iſt man überein gekommen, den Treidelweg durchaus frei überhängend zu bauen, und das Waſſer unter denſelben treten zu laſſen; es war aber noch nicht entſchieden, ob nur ein einziger Treidelweg, von 4 Fuß Breite, oder auf jeder Seite einer, jeder von 3 Fuß Breite, angelegt werden ſollte. Wahrſcheinlich wird der erſtere Vorſchlag in Ausführung kommen, weil die Kanalgefäße ſonſt nicht mit Pferden getreidelt werden können. Eben ſo wenig war man über die Art einig, wie der Treidelweg eingerichtet werden ſollte. Einige Ingenieurs verlangten, daß er bloß aus in den Felſen eingemauerten überhängenden Steinen beſtehen ſollte, nach Taf. XXII, Fig. 193, wobei es aber offenbar, wegen der geringen Härte des Geſteins, gewagt bleibt, ihn 4 Fuß überhängend zu laſſen. M. Gayant wollte daher, in der Seite des Kanals, eiſerne Balken befeſtigen, und dieſe vorne, auf verticalen eiſernen Ständern ruhen laſſen, die, ihrer geringen Dicke wegen, das Profil des Waſſers nicht merklich beſchränken könnten. Das einfachſte wäre nun, über die eiſernen Stäbe einen Bohlenbelag anzubringen; Herr Gayant ſcheuete dieß aber wegen der geringen Dauer des Holzes, und wollte ſtatt deſſen die Stäbe auf die Ecke legen, und von einem Stabe zum andern, nach Taf. XXII, Fig. 199, einen flachen Bogen aus Ziegeln wölben, ungefähr wie die von Belidor *) beſchriebenen auf Balken gewölbten Decken. Der Treidelweg würde dadurch offenbar ſehr ſolide werden, und auch ein äußerſt gefälliges Anſehen, ungefähr nach Fig. 199, erhalten. Taf. XXII, Fig. 198. ſtellt das Profil, und Fig. 199 die Anſicht dieſes Treidelwegs dar. Wie einfach man ihn aber auch immer einrichten

*) Ingenieur-Wiſſenſchaft Buch IV. Kap. X. Taf. 29.

mag, ſo wird er, auf eine Länge von 6800 Metres doch immer ſehr anſehnliche Koſten erfordern.

§. 114.

Die Breite des unterirdiſchen Kanals reicht, ſo beträchtlich ſie auch iſt, zum Vorbeifahren zweier Gefäße nicht hin; man will daher die Einrichtung treffen, daß in gewiſſen Stunden alle Gefäße in der Richtung von St. Quentin nach Cambray, und in andern Stunden die nach entgegengeſetzter Richtung fahrenden, durchfahren ſollen: alle unterdeſſen am unterirdiſchen Kanal eintreffenden Gefäße müſſen in den bei der Einfahrt deſſelben angebrachten oben beſchriebenen Häfen, die beſtimmten Stunden abwarten. Endlich hat man noch das Project, den ganzen Kanal mit Reverbeurs zu erleuchten; ſtatt daß man ſonſt die Gefäße beim Durchfahren durch dergleichen Kanäle, mit Lampen zu beſtecken pflegt.

Leſer, bei denen ich einiges Gefühl für die Vortrefflichkeit des beſchriebenen Kanals rege zu machen das Glück gehabt, werden mit mir den Wunſch hegen, daß er bald und glücklich beendiget werden möge; er wird dann hoffentlich die Regierung des Monarchen, bei welcher die Nation, während des ſchrecklichſten Krieges, die Koſten zu ſolchen koloſſalen, aber gemeinnützigen Unternehmungen hergeben konnte, nicht weniger denkwürdig machen, als die glänzendeſten Siege und eroberten Reiche.

Vom Kanal de Picardie.

§. 115.

In Hinſicht auf den Kanal de Picardie, der von St. Quentin nach Chauny geht, iſt ſchon oben angeführt, daß man jetzt die beiden Schleuſen deſſelben, bei Volaux und Meneſſy neu gebauet hat, die Schiffahrt auf dem Kanal war zu dem Ende im Jahr 1803 eingeſtellt, und der Kanal abgelaſſen. Seine Beſchreibung kann hier übergangen werden, da Belidor ihn im vierten Bande ſeiner Waſſerbaukunſt genau geſchildert hat, und da er ſich durch keine beſonders merkwürdigen oder muſterhaften Anlagen auszeichnet.

Die alten bis jetzt noch gut conſervirten Schleuſen, z. B. die Schleuſe bei Fontaine, haben, bis auf die geringſte Kleinigkeit, die von Belidor angegebene Conſtruction. An einigen Stellen kommt der Kanal mit der Somme zuſammen, und iſt überhaupt von St. Quentin bis Ham nur eine Schiffbarmachung der Somme zu nennen, die aber, wie gewöhnlich, durch Ziehung eines Nebenkanals bewirkt wurde. Sein Niveau iſt bei St. Quentin, ſo wie überhaupt auf dem größten Theil des ganzen Kanals, beträchtlich über den Waſſerſpiegel der Somme erhöhet, indem er eigentlich nicht im, ſon-

dern nur am Thal der Somme geleitet iſt, und ungefähr das Profil Taf. XXII, Fig. 196 bildet. Er hat 5 Fuß Waſſertiefe, 40 bis 50 Fuß Breite, und $1\frac{1}{2}$ bis 2füßig doſſirte Ufer, in welchen mehrere Abzüge, oder gewöhnliche hölzerne Freiſchleuſen, angebracht ſind. Wir verlaſſen ihn, um im folgenden Abſchnitt weit wichtigere Kanäle ähnlicher Art, deſto ausführlicher zu beſchreiben.

Schelde bei Cambray.

§. 116.

Die Schelde, die von Cambray ab ſchiffbar, und zu dem Ende zwiſchen Cambray und Valenciennes mit mehreren Schiffſchleuſen verſehen iſt, treibt bei Cambray eine große halb oberſchlächtige Mühle. Aus dem Oberwaſſer dieſer Mühle wird ein großes, dicht bei der Stadt gelegenes und mit maſſiven Kaymauern eingefaßtes Baſſin geſpeiſt, das hier zum Hafen dient, beſonders für die vielen Gefäße, die Steinkohlen aus den Bergwerken von Valenciennes herbringen. Das Baſſin ſelbſt bildet zwei längliche Sechsecke, oberhalb und unterhalb derſelben ſind in den Kays Einſchnitte angebracht, ſo daß das ganze Baſſin durch Balken, die man in dieſe Einſchnitte legt, abgedämmt werden kann. In der Mitte zwiſchen beiden Sechsecken geht eine Drehbrücke herüber, und unterhalb iſt es durch eine Schiffſchleuſe geſchloſſen, die in das Unterwaſſer der zuvor erwähnten Mühle führt. Der Kanal von St. Quentin wird in dieſes Baſſin einmünden, und daher die Communication deſſelben, mit dem Oberwaſſer der Mühle, wahrſcheinlich aufgehoben werden.

§. 117.

Die, bei dem in Rede ſtehenden Baſſin, angebrachte Schleuſe hat dieſelbe ſonderbare Einrichtung, als die übrigen Schleuſen bis Valenciennes hin, und iſt Taf. XXII, Fig. 200 im Grundriß abgebildet. Ihre Mauern ſind, wie bei den holländiſchen Schleuſen, aus ſehr guten Ziegeln aufgeführt, und die Ecken mit Quaderſteinen eingefaßt. Die Schleuſe iſt 16 Fuß breit, und hat einen ſenkrechten Fallboden, der, wie bei den alten Schleuſen des Kanals von Picardie, mit Bretern bekleidet, und in Fig. 200 mit N bezeichnet iſt. Ihre Thore ſind nicht Stemmthore, ſondern Schützbreter, die an einem ſtarken Balken hängen, der, wie eine Drehbrücke, mit den daran hängenden Schützen, den Schiffen, die die Schleuſe paſſiren wollen, aus dem Wege gedreht werden kann. Taf. XXII, Fig. 204 zeigt die Anſicht dieſer Einrichtung von oben, Fig. 197 den Grundriß des Schützbretes ohne die obern Balken, Fig. 203, a das Querprofil der Schleuſe, und Fig. 203, b das Querprofil des Schützbretes, nämlich nach der Länge der

Schleuſe genommen. In allen Figuren ſind dieſelben Stücke mit gleichen Buchſtaben bezeichnet. An den vorſtehenden Ecken der Schleuſenwände ſtehen ein Paar hölzerne verticale Pfoſten *vv*, an welche das obere Schützbret BB, ſo wie das untere AA, durch das Waſſer angedrückt wird. An dem untern ſind auf jeder Seite 3 ſtarke eiſerne Schienen gg befeſtiget, und über dem obern paarweiſe durch Bolzen mit einander verbunden, ſo daß das obere Schützbret für ſich nur bis an dieſe Bolzen gehoben werden kann, und, wenn es höher ſteigt, auch das untere mit ſich in die Höhe ziehen muß. Ueber den Schützbretern liegt ein großer Balken coc, der über der Schleuſe mit zwei Rollen p und q verſehen iſt, und am andern Ende, im Kaſten KK, ein eiſernes Räderwerk trägt, mittelſt deſſen die am obern Schützbret befeſtigten und über p und q geleiteten Ketten, durch Umdrehung der Kurbel a, und des Stirnrads b, angezogen, oder nachgelaſſen werden können. Will man nun z. B. ein Schiff aus dem Baſſin in die Schelde herabgehen laſſen, ſo dreht man die Kurbel a beim Balken am Oberhaupt, dadurch wird das obere Schützbret *ββ*, das oben natürlich nur einen geringen Waſſerdruck aushält, in die Höhe gezogen, bis es die Bolzen bei q berührt. Das Waſſer tritt nun, zwiſchen dem obern und untern Schützbret, in die Schleuſenkammer, füllt dieſe an, und hebt ſo auch den Druck auf A auf; durch weitere Umdrehung der Kurbel wird nun alſo leicht auch A aufgehoben. Der Balken coc ruht aber in der Mitte bei o auf einem runden eiſernen Zapfen, und am Vorder-Ende bei c, mit einer metallenen Rolle, auf dem aus Quaderſteinen zuſammengelegten Quadranten mm, ſo daß er leicht bei o bewegt werden kann, wodurch das an dem andern Theil des Balkens hängende Schützbret dann in die eine in der Schleuſenmauer angebrachte Niſche xx zu hängen kommt, und die Paſſage für die Schiffe alſo, aus dem Baſſin in die Schleuſe, ganz offen iſt. Iſt das durchzuſchleuſende Schiff nun in die Schleuſe gezogen, ſo wird der Balken coc wieder in ſeine vorige Lage gedreht, und das Schützbret AA, und dann auch *ββ* durch verkehrtes Umdrehen der Kurbel a, in ſeine vorige Lage herabgelaſſen; worauf endlich bei dem Unterhaupt auf eben die Art verfahren, und dadurch die Schleuſe geleert und dem Schiff die Paſſage zum Herausgehen ins Unterwaſſer geöffnet wird. Zur Erleichterung des Drehens des Balkens, muß deſſen landſeitiges Ende mit den Schützbretern im Gleichgewicht ſtehen; da letztere aber am Unterhaupt ſehr hoch, und folglich auch ſehr ſchwer ſeyn mußten, ſo hatte man den Balken hier mit einem mit Steinen gefüllten Kaſten dd, Fig. 203 verſehen, der als Gegengewicht dient. Die ganze Methode iſt offenbar ſehr künſtlich, und auch nur bei kleinen Schleuſen anwendbar, alſo mehr ihrer Seltenheit, als ihrer Vorzüglichkeit wegen merkwürdig.

§. 118.

Bei dem ſo eben beſchriebenen Baſſin oder Steinkohlenhafen zu Cambray, findet man eine eigene Art transportabler Krahne, zum Aufladen der mit Kohlen gefüllten Körbe auf die hohen Laſtwagen. Taf. XXII, Fig. 187 ſtellt die Anſicht und Fig. 190 den Grundriß eines ſolchen Krahns dar.

Ein dreieckiger auf den Rollen hik ruhender, aus den Schwellen np, pq, qn und ein Paar Mittelſtücken zuſammengeſetzter Rahmen trägt den Hauptpfoſten m, der durch drei nach den Ecken des Rahmens herabgehende Streben rp, rn, rq in verticaler Stellung r erhalten wird. Ueber den Streben ruhet auf dieſem Pfoſten ein Gehäuſe, das Fig. 189 von oben, und Fig. 188 von der Seite zu ſehen, beſonders abgebildet iſt. Es beſteht aus zwei ſtarken Bohlen $\varphi\varphi$ und $\psi\psi$, die oben und unten mit zwei Querſtücken $\alpha\alpha$ verbunden ſind: in den obern Querſtücken befindet ſich bloß ein kleines rundes Loch, für den obern Zapfen des Pfoſtens m, das ganze Gehäuſe ruhet theils mit den obern Querſtücken $\alpha\alpha$ auf dem obern Ende des Pfoſtens, theils mit dem untern auf dem Abſatz deſſelben bei r. Ueber r iſt der Pfoſten ganz rund, ſo daß das Gehäuſe $\varphi\varphi\psi\psi\alpha\alpha$ ſich um ihn drehen läßt. An dieſem Gehäuſe ſind die ſchrägen Bänder su und tu befeſtiget, und am Ende von su iſt eine Rolle oder Scheibe e, ſo wie eine, durch die Kurbel g, bewegliche Winde d, angebracht. Oben auf dem Gehäuſe liegt ein großer um den Bolzen v beweglicher Schwengel wvk, an deſſen Ende k die Stange ky, mit dem Steinkohlenkorbe z, hängt. Am andern Ende iſt eine Rolle bc angebracht, und in l ein Tau angebunden, das über die Rolle e und c, nach der Winde d geht. Man ſieht nun leicht, wie durchs Drehen dieſer Winde, der Schwengel wvk bewegt, und die Laſt mit dem Korbe z heraufgehoben, oder herabgelaſſen, außerdem aber auch, der ganze Schwengel um den Pfoſten m gedreht, und endlich der Krahn auf den Rollen hik leicht fortgeſchoben werden kann.

Anhang.

Zum Schluß des gegenwärtigen Abſchnitts, erlaube ich mir noch einige Bemerkungen über die franzöſiſchen Waſſermühlen, von welchen ich in der Gegend der Schelde und Somme, eine große Menge ſah.

§. 119.

Die Waſſermühlen, die ich in Frankreich kennen lernte, zeichnen ſich größtentheils durch eine eigene ſehr zweckmäßige, aber etwas ſchwerfällige Bauart der Waſſerräder aus, die faſt immer Straube-Räder (nicht leicht Staberäder) waren. In Taf. XXIV, Fig.

192 und Fig. 202 ſind die Anſichten der zwei gewöhnlichſten Sorten Waſſerräder zur Hälfte dargeſtellt, und in Fig. 191 und Fig. 201 ſieht man auch einen Theil der Kränze, die man ſich hier aber abgewickelt (gerade gemacht) denken muß. Die Kränze beſtehen aus krummen Holzſtücken, von 4 bis 5 Zoll Stärke im Quadrat, und ſind da, wo die Stücke zuſammengeſetzt werden mußten, mit ſtarken eiſernen Schienen beſchlagen, oft auch nur über einander geblattet, und zuſammengenagelt; durchgehends haben die Räder zwei Kränze, und bald einfache bald doppelte Arme, im erſten Fall werden die Kränze, nach Fig. 201, durch ſtarke Riegel mit einander verbunden, die Arme durch die Welle durchgeſteckt, und an dieſen Riegeln befeſtiget. Die Welle darf dabei nicht unnütz verlocht, oder die Arme dürfen in der Welle nicht übereinander geblattet werden; ſondern man läßt ſie in ihrer ganzen Stärke durchgehen, und bringt ſie dagegen nicht ganz in der Mitte, ſondern bald mehr auf dem rechten, bald näher dem linken Ende der Riegel an. Kleine Räder erhalten 6, große 8 Arme der Art. Soll der Kranz beſondere, oder das Rad doppelte Arme bekommen, ſo werden gewöhnlich nur zwei durch die Welle durchgeſteckt, nach Fig. 192, und die anderen als Hülfsarme an dieſen, mittelſt durchgeſteckter hinten verkeilter Zapfen, befeſtiget. Am Kranz ſelbſt blattet man die Arme alsdann an, und verbindet ſie, mit dem Kranz, durch Bolzen, oder ſteckt ſie auch durch den Kranz durch, und verkeilt ſie außerhalb deſſelben. Jeder Kranz iſt ſo vielmal durchlocht, als das Rad Schaufeln bekommen ſoll, und in dieſen Löchern werden Stäbe durch die Radkränze durchgeſteckt, auf der innern Seite der Kränze verkeilt, und auf der Außenſeite mit den Schaufelbretern benagelt. Die Schaufeln haben dabei, gegen die Radkränze, keine verticale, ſondern jedesmal eine etwas ſchräge Stellung, die ihnen das in die Höhe Steigen aus dem Waſſer ſehr erleichtert *). Sehr häufig ſind auch die Schaufeln ſelbſt ſtark gekrümmt, ſo daß ſie dem Waſſer die hohle Seite darbieten, wodurch ſie den auf ſie ſtoßenden Waſſerſtrahl etwas mehr zuſammenhalten ſollen; groß kann der mit dieſer letzteren Einrichtung verbundene Vortheil indeſſen wohl nicht ſeyn, dagegen ſcheint die Anwendung der Strauberäder überhaupt den Vortheil zu haben, daß im Gerinne kein Raum durch die Radkränze verloren geht, daß die ſtarke Adhäſion an denſelben wegfällt, und daß der Waſſerſtrahl, in der ganzen Länge des Gerinnes, ungetheilt die Schaufeln trifft. Die meiſten Gerinne fand ich dabei ſehr accurat an das Rad ſchließend, ſo daß auf den Seiten der Schaufeln unbedeutend wenig Waſſer verloren gehen konnte. Wo das Gefälle groß war, hatte man eine Art geraden Kopf angebracht, und das Rad

*) Man vergleiche des Herrn Geh. Oberbauraths Eytelwein Handbuch der Mechanik und Hydraulik. Berlin 1801. S. 293. §. 185.

zum Theil gebodmet oder vielmehr vor jeder Schaufel ein Bret über die Radkränze genagelt, welches daher, mit den Schaufelbretern, eine Art Kropfſchaufel bildet, wie die Schaufeln des in Fig. 201 und 202 gezeichneten Rades. Bei einigen Mühlen waren die Gerinne der Räder, ſo wie die Mahlſchleuſen überhaupt, ganz maſſiv und beſonders in der Gegend von Cambray, von ſchönen Klinker-Ziegeln gebauet, welche, trotz des heftig darüber fließenden Waſſers, noch keine merkliche Verwitterung zeigten *). Selbſt bei den maſſiven Gerinnen ging ſehr wenig Waſſer an der Seite der Schaufeln verloren. Die Freiſchleuſen fand ich gleichfalls häufig, bis auf das Grießwerk, ganz maſſiv aus Klinkern aufgeführt, ſie zeichneten ſich ſonſt aber durch keine weſentliche Abweichung von den Deutſchen aus. Eben ſo wenig fand ich die innere Einrichtung der Mühlen in den weſentlichen Theilen von den Deutſchen Mühlen abweichend: die Mahlſteine hatten 5 bis 6 Fuß Durchmeſſer, aber eine langſamere Bewegung als in Deutſchen Mühlen; indem jeder Umlauf bei ihnen gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ Sekunden dauerte. Beſondere Einrichtungen zur Erſchütterung des Rumpfs, und dergleichen, verdienen hier keiner Beſchreibung, ſtatt deſſen mag aber noch mit wenigen Worten die in den nördlichen Gegenden Frankreichs übliche Bauart der Dächer, die man alle mit Schiefer deckt, auseinander geſetzt werden.

§. 120.

Taf. XXII, Fig. 205 iſt das Profil eines ſolchen Daches. Die Balken über den Etagen werden dabei 10 Fuß von Mittel zu Mittel auseinander gelegt, und von einem Balken zum andern, 1 Fuß auseinander, 4 Zoll ſtarke Kreuzholzſtücke nach der Länge des Gebäudes, herübergeſtreckt, und in die Balken eingelaſſen. Ueber dieſe bringt man die Breterbelegung an, bei welcher die Breter alſo nach der Länge der Balken liegen. Auf die Hauptbalken werden nun die Sparren geſtellt, die alſo auch 10 Fuß von einander entfernt ſind; über dieſe nagelt man die Fetten in Fig. 205 mit α bezeichnet, und über die Fetten, in ein Paar Fuß Entfernung von einander, 4 Zoll ſtarke mit den Sparren parallele Kreuzholzſtücke, auf welchen nun endlich die Schaaldielen befeſtiget werden, die die Schiefer-Bedeckung des Daches tragen. Der hohe Preis des Holzes ſcheint zu dieſer holzſparenden Bauart Veranlaſſung gegeben zu haben, die übrigens mit der Conſtruction der Italiäniſchen Dächer viele Aehnlichkeit hat, aber auch nur bei einem ſo leichten Deckungs-Material, als der Schiefer es iſt, Anwendung finden kann.

§. 121.

Bei der Rückkehr von St. Quentin nach Paris, darf eine merkwürdige Stelle der

*) Die Ziegeln werden hier auf Holländiſche Art fabrizirt, und in Feld-Oefen gebrannt.

ſchönen Stein-Chauſſee zwiſchen Compiegne und Senlis, nicht übergangen werden. Die Chauſſee iſt hier, an dem ziemlich geraden Abhange eines ſehr hohen, aus ſtrengem Mergel beſtehenden Berges, herabgeführt. Um ihr aber einen ſanftern Abhang geben, oder ihre Länge vergrößern zu können, hat man ſie, wie gewöhnlich, geſchlengelt, und dabei, wie der Grundriß Taf. XX, Fig. 169 zeigt, theils an den mit x bezeichneten Stellen, in den Berg eingeſchnitten, theils bei y auf die bei x erſparte, hier angeſchüttete Erde geleitet, ſo daß auch hier ziemlich genau das Geſetz der geringſten Ausgrabung (du moindre deblais) befolgt iſt; die Profile durch x erhalten dadurch das Anſehen der Fig. 170, und die durch y genommenen das der Fig. 171. Fig. 170 iſt eigentlich das Profil durch cd, und Fig. 171 das Profil durch ab. Der Berg iſt aber mit einer ſehr geringen Doſſirung oder beinahe ſenkrecht abgeſtochen, und angeſchüttet, und zeigt demunerachtet kein merkliches Abbröckeln. Das Bergwaſſer hatte man an mehreren Stellen, in flachen gepflaſterten Rinnſtöcken, über die Chauſſee geleitet, welche Rinnſtöcke zugleich Ruhplätze bildeten, oder wenigſtens dazu dienten, die Wagen anzuhalten, um die Pferde beim Herauffahren ruhen zu laſſen. Beym Herabfahren muß man ſich hier, ſo wie auf mehreren Franzöſiſchen Chauſſeen überhaupt, der Hemmſchuhe bedienen, denn man hat in Frankreich ein Gefälle von 6 Zoll auf eine Toiſe, oder 12 Zoll auf eine Ruthe, als das größte Gefälle der Chauſſeen angenommen; dieß iſt aber ſchon ſo anſehnlich, daß die Wagen der Hemmſchuhe nicht entbehren können.

Ich würde hier noch der ſchönen Brücke von Compiegne erwähnen, wenn Herr Belidor nicht eine ausführliche Beſchreibung und Zeichnung davon bekannt gemacht hätte.

Siebenter Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Reiſe nach Montargis und Beſchreibung des Loing-Kanals.

§. 122.

Die Reiſe, die mir zu den Bemerkungen in dieſem Abſchnitt Gelegenheit gab, machte ich größtentheils zu Waſſer: hier wird daher der ſchicklichſte Ort ſeyn, etwas über die Gefäße anzuführen, mit welchen die inländiſche Schiffahrt in Frankreich betrieben wird. Sie haben, wie faſt alle Gefäße, die nicht auf großen Gewäſſern ſegeln, eine ſehr plumpe Bauart; ſind in der Regel 80 bis 100 Fuß lang, 13 bis 15 Fuß breit, haben einen flachen Boden, gehen 3 bis 4 Fuß tief, und tragen 24, 30 bis 36 Schiffslaſt. Auf Taf. XV, Fig. 106 iſt ein Franzöſiſches Gefäß in der Längenanſicht, und Fig. 108 in der Queranſicht von vorne, abgebildet. Die meiſten Brücken in Frankreich ſind von Steinen gewölbt; die Schiffe dürfen alſo ſchon deßhalb keinen hohen Maſt, weder zum Segeln noch auch nur beim Treideln aufſetzen, ſondern bringen die Treidelleine an eine höchſtens 10 bis 12 Fuß hohe Stange an, wie es in jener Figur angedeutet iſt. Der Vordertheil der Gefäße iſt etwas ſchmaler als die Mitte, aber nicht ſcharf, ſondern breit; der Hintertheil des Gefäßes iſt gleichfalls breit, und das Steuerruder daher ſehr groß. Bei den Kohlengefäßen, die auf ihrer großen Oberfläche, oft 10 Fuß hoch über Bord, zwiſchen Stangen, und dahinter gelegten Bretern, mit Steinkohlen bepackt werden, iſt das Steuerruder gewöhnlich ſo eingerichtet, daß der Steuermann, der, um freiere Aufſicht zu haben, oben auf dem Kohlenhaufen ſteht, es von oben füglich regieren kann. Ein daran befeſtigter Baum e a c Fig. 106 und 108 iſt bei a an das Gefäß angebunden, und wird außerdem durch zwei ſchräg ſtehende Streben c h c k gehalten. Oben in

d befeſtiget man daran einen Querſtab bdb, und an jedem Ende deſſelben ein Tau bφ, ſo daß der Steuermann nur eines dieſer Taue anziehen, und das andern nachlaſſen darf, um das Steuerruder dadurch zu drehen. Selten iſt dieß aber hinreichend, um das Gefäß zu regieren, und da nimmt man dann oft zu einem eben ſo plumpen als dem Gefäß nachtheiligen Mittel ſeine Zuflucht. Am Vordertheil des Gefäßes ſind nämlich auf beiden Seiten ſägeförmig ausgeſchnittene Breter mn, or angeſchlagen, und vorne am Gefäß iſt ein ſtarker Baum pwg, mittelſt des ſchlaff hängenden Taues vw angebunden. Soll nun das Gefäß, während des Laufes, von einer Seite des Fluſſes oder Kanals entfernt werden, ſo ſtemmt ein vorne ſtehender Bootsmann, der den Baum pq hielt, ihn mit dem untern Ende ſchräge auf den Boden, und ſetzt das obere Ende mit großer Schnelligkeit unter eine Zacke der Breter mn oder or. Das Gefäß läuft alſo auf den Baum auf, wird hier plötzlich durch denſelben in die Höhe gehoben, und indem es ſeine Bewegung fortſetzt, und den Baum in die Lage pu überkippt, wird es mehr nach der andern Seite herübergedrängt. Der Baum hängt dann am Tau vw im Waſſer, wird ſogleich wieder ergriffen, und dieſelbe gewaltſame Operation, bei der das ganze Gefäß bebt und kracht, oft vielemale hintereinander wiederholt. Die Eigenthümer der Kanalſchiffe ſind zu dieſer nachtheiligen Art des Steuerns gezwungen, weil ſie ihre Steuerruder, der Schleuſen wegen, nicht ſo groß machen können, als die Größe und Bauart der Gefäße es verlangt. Auf den großen Strömen wird daher auch ſelten davon Gebrauch gemacht.

Die großen Franzöſiſchen Ströme, die Seine, Loire, ꝛc. haben eine ſehr bedeutende Geſchwindigkeit; ſo daß die Gefäße, wenn ſie den Strom herabfahren, ſich gewöhnlich vom Strom treiben laſſen und bloß ein am Vorderende des Gefäßes, durch eine daſelbſt angebrachte runde Oefnung, durchgeſtecktes Ruder, zum Steuern brauchen. Bei der Fahrt gegen den Strom erlauben die Rapidität deſſelben, die hohen Ufer, die ungeſchickte Bauart der Gefäße, und die Menge gewölbter Brücken ihnen nicht zu ſegeln, ſondern ſie laſſen ſich durch eine große Menge Pferde treideln.

§. 123.

Auf ähnliche Art gebauet, und bloß im Innern etwas bequemer aptirt, fand ich auch die Waſſerkutſche, die wöchentlich von Paris nach Montargis geht. Sie wurde durch zehn Pferde die Seine heraufgetreidelt, da ſie hingegen auf den Kanälen durch zwei füglich gezogen werden konnte. Die Größe des Gefäßes, und die große Geſchwindigkeit, womit daſſelbe das entgegen fließende Waſſer ſchnitt, verurſachten im Waſſer einen ſehr merklichen, oft 6 bis 8 Zoll hohen, oft auch noch höhern und zwar einen doppel-

ten Aufſtau, am Vorder- und am Hinterende des Gefäßes. Die Fig. 206, Taf. XXII, iſt ein Verſuch, dieſen Aufſtau des Waſſers abzubilden, der hier merklicher war, als ich ihn bis dahin je geſehen hatte, und der mich daher veranlaßte, über die Urſachen deſſelben, beſonders des am Hinterende des Gefäßes entſtehenden, nachzudenken. Bei gewöhnlich, oder mäßig ſchnell bewegten Gefäßen, zeigt ſich in der Regel nur vorne ein Aufſtau, der davon herrührt, daß das vom Gefäß verdrängte Waſſer in die Höhe gepreßt, oder vielmehr genöthiget wird, anzuſchwellen, ehe es die Geſchwindigkeit erreichen kann, deren es bedarf, um in dem durch das Gefäß verkleinerten Profil gehörig abzufließen. Dieſer erſtere Aufſtau gibt dem Waſſer offenbar eine viel größere als die Stromgeſchwindigkeit, es fließt mit derſelben längs dem Gefäße und ſtößt erſt am Ende deſſelben, auf das weniger ſchnell bewegte Stromwaſſer, das ihm aber nicht anders, als nach oben ausweichen kann, und dadurch einen zweiten Aufſtau erzeugt, der die zuerſt erzeugte ſchnelle Bewegung des Waſſers wieder vernichtet. Der erſte Aufſtau wird nöthig, damit das Waſſer eine ſchnellere Bewegung annehme, als das Stromgefälle ihm mittheilen kann, der zweite aber dient dazu, dem ſchneller bewegten Waſſer wieder plötzlich die natürliche langſame Strombewegung zu geben. Je kleiner das Stromprofil an ſich iſt, deſto merklicher wird dieſer doppelte Aufſtau, und er verurſacht hauptſächlich den großen Widerſtand, den Gefäße leiden, die auf engen Kanälen ſchnell bewegt werden ſollen.

§. 124.

Von Paris bis zum Zuſammenfluſſe des Loing-Fluſſes mit der Seine bei Moret, unweit Fontainebleau, hat die Seine größtentheils begrünte und nur hin und wieder abbrüchige, aber durchweg lehmigte Ufer, die an den meiſten Stellen, bei außerordentlichen Anſchwellungen des Fluſſes, unter Waſſer geſetzt werden. Dieſe Ueberſchwemmungen ſind aber gar nicht nachtheilig, weil das ganz lehmigte Waſſer den Boden vortrefflich befruchtet, ſtatt ihn zu verſanden, wie es andere Flüſſe, und in Frankreich namentlich die Loire, in der Regel thun. Die Seine iſt daher auch nirgends eingedeicht, wie wir es unten an der Loire ſehen werden.

Zwiſchen Paris und Fontainebleau gehen, in Melun und Corbeille, große ſteinerne Brücken über die Seine. Die erſte hat fünf Bogen, und der mittelſte davon 50 Fuß Spannung; die andere bei Corbeille ſollte 6 Bogen haben, zwei davon waren aber weggeriſſen, und durch eine hölzerne Nothbrücke erſetzt.

§. 125.

Ehe ich den Loing-Kanal und die Kanäle von Briare und von Orleans beſchreibe,

glaube ich kurz die Gründe anführen zu müſſen, die ſie mir, vorzugsweiſe vor den übrigen franzöſiſchen Kanälen, ſehenswerth zu machen ſchienen. Es waren folgende:

1) Der Mangel an Beſchreibungen dieſer Kanäle;
2) Die große Höhe, zu der beſonders der Kanal von Briare ſteigt;
3) Die künſtlichen Vorkehrungen, die man deßhalb zur Speiſung dieſes Kanals hat treffen müſſen;
4) Die Schiffbarmachung des ſehr rapiden und ſteinigen Loing-Fluſſes, und beſonders
5) der Umſtand, daß alle dieſe Anlagen nicht im Gebirge, ſondern in gewöhnlichen Landgegenden ausgeführt ſind, und daß ſich von dieſen alſo eher etwas für die Errichtung von Anlagen ähnlicher Art abſtrahiren läßt, als von ſo coloſſalen in Gebirgs-Gegenden ausgeführten Werken, wie z. B. der Kanal du Midi, der überdieß ſchon ſo oft und ausführlich beſchrieben iſt, daß das Beſehen ſeiner Anlagen zwar viel Vergnügen gewähren muß, aber nicht mehr mit beſondern ganz neuen Gegenſtänden bekannt machen kann. Endlich
6) der Vorzug dieſer Kanäle, daß ſie, eben weil ſie ohne ins Auge fallende und eigentliche Prachtwerke angelegt ſind, einen deſto größern Nutzen gewähren. Herr de la Lande ſagt davon, in ſeinem bekannten Werk über die Franzöſiſchen Kanäle:

Les trois canaux de Briare, d'Orléans et de Loing font ensemble une longueur de 93 milles, ce qui n'est pas aussi considérable que le canal de Languedoc; mais ils sont pour le moins de la même utilité: aussi dit-on, que le produit va jusqu'à onze ou douze cent mille livres; l'entretien n'en absorbe pas la dixième partie, parce que ce n'est pas un pays de montagnes et de torrens. Le commerce qui se fait par ces canaux, est très-important pour Paris; cette ville ne peut se passer des marchandises du bas de la Loire, qui entrent par le canal d'Orléans, ni de celles d'en haut, qui viennent par le canal de Briare, et qui sont en plus grande quantité; ces canaux établissent entre la Loire et la Seine, une navigation qui est aussi commode qu'on peut le désirer.

§. 126.

Was die Karten dieſer Kanäle anbetrifft, die ſich auf Taf. XIII und Taf. XXIV, Fig. 207 befinden, ſo ſind ſie aus dem vortrefflichen Atlas entlehnt, den der Herzog von Orleans ao. 1770 durch Herrn Lattré ſtechen ließ: er führt den Titel: Cartes des Canaux d'Orleans, de Briare, de Loing gravées par les ordres de son Altesse sérénissime, Monsieur le Duc d'Orleans.

Man findet in dieſem Atlas eine Generalkarte der drei Kanäle, 8 Karten vom Kanal von Orleans, 7 Karten vom Kanal von Briare, und 5 Karten vom Kanal von Loing. Da aber nur wenige Exemplare dieſes Prachtwerkes abgedruckt ſind, ſo wird es auch gar nicht verkauft; und befindet ſich nur auf mehreren Bibliotheken. Bei den hier mitgetheilten Karten der Kanäle, muß ich indeſſen zum voraus bemerken, daß ſie durchaus auf keine Genauigkeit in den Maaßen Anſpruch machen, da ſie ſich bloß auf eine auf durchſichtiges Papier flüchtig gezeichnete Copie der Generalkarte jenes Atlaſſes gründen.

§. 127.

Der Loing-Kanal wurde ſpäter als die beiden andern von Regemortes angelegt; und iſt eigentlich nur eine Schiffbarmachung des Loingfluſſes, welcher im Departement de l'Yonne entſpringt, bei Chatillon sur Loing, Montargis, Nemourt und Moret vorbeifließt, und unweit Fontainebleau in die Seine fällt. Er hat einen reichlichen Waſſerzufluß, und von Montargis bis in die Seine, auf eine Länge von 8 Deutſchen Meilen (mit Einſchluß der Krümmungen) einhundert acht und zwanzig Fuß Gefälle, das zur Bewegung unzählig vieler Mühlen, Hammerwerke u. ſ. w. benutzt wird; er iſt überdieß ſehr ſteinig, ſchwillt oft plötzlich an, und hat, wie man leicht denken kann, alle Unvollkommenheiten kleiner Bergflüſſe. Demunerachtet diente er, ſeit ſehr langer Zeit, zur Schifffahrt, und beſonders zum Transport des Holzes aus den Wäldern von Montargis nach Paris. Die Rückfahrt, den Strom herauf, war aber, wegen ſeiner Rapidität, und anderer Hinderniſſe, ſo beſchwerlich, daß die Schifffahrenden es ihrem Intereſſe angemeſſen fanden, die Gefäße in Paris zu verkaufen. In dieſem elenden Zuſtande befand ſich der Fluß, als man im 17ten Jahrhundert den Kanal von Briare, und nachher den von Orleans anlegte. Dieſe Kanäle konnten aber ihren Zweck kaum halb erfüllen, wenn die Schifffahrt von Montargis ab nicht vervollkommnet wurde. Der Duc d'Orleans, als Eigenthümer des Kanals von Orleans, hatte beſonders ein ſehr großes Intereſſe dabei, theils wegen ſeiner Waldungen, theils wegen des Vortheils, den er vom Kanal von Orleans überhaupt zu ziehen hoffte, wenn der Loing-Fluß die Schifffahrt von Paris nach der Loire geſtattete. Er gab ſich deßhalb viele Mühe, und brachte es endlich dahin, daß ihm ao. 1720 die Erlaubniß, den Loing vollkommen ſchiffbar zu machen, d. h. einen Kanal neben demſelben zu ziehen, ertheilt, auch das Eigenthumsrecht auf dieſen Kanal zugeſtanden, und mehrere Regimenter zu Hülfe gegeben wurden. Der ganze Kanal ſollte in drei Jahren fertig werden, kam auch wirklich ao. 1723 zu Stande, und ao. 1724 wurden die Arbeiten alle völlig beendiget.

Der Kanal iſt, wie die Karte Taf. XXIII, Fig. 207 zeigt, von Montargis bis Nemours auf dem linken, und von Nemours bis unterhalb Moret auf dem rechten Ufer des Loing geführt. In ſeiner ganzen Länge von 27243 Toiſen (7 Deutſchen Meilen) trifft er ſechsmale mit dem Loing-Fluß zuſammen, verläßt ihn aber immer bald wieder.

Dieſe Vereinigung mit dem Fluß hat offenbar, wie oben beim Kanal von St. Quentin angeführt iſt, viele Unvollkommenheiten, die Herr Regemortes (da er ſeinen Kanal über 40 Jahre nach Erbauung des Kanals du Midi anlegte) ſicher eben ſo gut bekannt waren, als die Mittel ſie zu verhüten, nämlich die Brückenkanäle. Demunerachtet wählte er die unvollkommnere Methode, und bauete keine Brückenkanäle, theils um durchaus an keiner Stelle des Kanals Waſſermangel befürchten zu dürfen, der wenigſtens möglich geweſen wäre, wenn er den Kanal bloß bei Montargis geſpeiſt, und nachher ganz abgeſondert bis zur Seine geführt hätte, theils um die ſehr großen Erbauungs- und Unterhaltungs-Koſten großer Brückenleitungen, ſehr tiefer Durchſchnitte des Terrains, und anderer Anlagen zu erſparen, die die gänzliche Abſonderung des Kanals vom Fluß nöthig gemacht hätte. Ueberhaupt kann man annehmen, daß bei der Wahl der Anlagen des Kanals du Midi Pracht, bei dem Kanal von St. Quentin größte Vollkommenheit oder Zweckmäßigkeit, und bei den Kanälen von Briare, Orleans und Loing Sparſamkeit vorwaltender Beſtimmungs-Grund waren. Der Kanal du Midi wurde von dem talentvollen, ehrſüchtigen Riquet, unter der Regierung und auf Koſten des noch ehrſüchtigeren Ludwig XIV. angelegt. Der Kanal von St. Quentin wird auf öffentliche Koſten von den Franzöſiſchen Hydrotekten erbauet, die ihre Ehre nur in der größtmöglichſten Zweckmäßigkeit ſuchen, ohne gerade an eine beſtimmte Koſtenſumme gebunden zu ſeyn.

Die Kanäle von Briare, Orleans und Loing endlich, wurden von reichen Privat-Leuten angelegt, die dabei keine andere Abſicht hatten, als ihre Einnahme zu vermehren, oder ihre auf die Kanal-Anlagen verwendeten Kapitalien, ſo gut als möglich zu verzinſen, welche Abſicht denn auch wirklich erreicht wird, da die Schifffahrt auf dem Loing-Kanal z. B. ſo frequent iſt, daß in dem einen Jahre 1752 (nach Hr. de la Lande) 3815 beladene Gefäße den Kanal paſſirten.

§. 128.

Das allgemeine Profil des Kanals iſt nur noch an einigen Stellen kenntlich, er hat in der Regel 32 Fuß Breite im Grunde, 4 bis 5 Fuß Waſſertiefe, nur 1- bis 2füßig doſſirte Ufer, ſo daß die Oberbreite allenthalben über 40 Fuß beträgt, und zwei beladene Gefäße einander füglich ausweichen können. An jeder Seite des Kanals ſoll ſich,

wie Herr de la Lande anführt, eine 6 Fuß breite Berme, die zum Treidelwege dient, und hinter ihr der Kanal-Deich befinden. Von einer ſolchen Unterſcheidung iſt aber jetzt wenig mehr ſichtbar, ſondern Treidelweg und Kanal-Deich ſind faſt völlig eins. Der ganze Deich iſt aber, an vielen Stellen, ſehr ſchwach, beſonders zwiſchen Cepoy und Montargis, wo er, mit Einſchluß des Treidelweges, nur etwa 6 bis 8 Fuß Breite hat. Bei Montargis ſtehen der Kanal und Fluß in einiger Verbindung, der Kanal vereiniget ſich dann ½ Meile unterhalb Cepoy mit dem Fluß auf eine kurze Diſtanz, verläßt ihn aber bald wieder, vereiniget ſich zum zweitenmal, verläßt ihn zum zweitenmal, vereinigt ſich zum drittenmal bei Toury, zum viertenmal oberhalb Souppes, zum fünften oberhalb, und zum ſechsten dicht unterhalb Nemours, von wo ab ſie bis zur Schleuſe am Ausfluß in die Seine immer getrennt bleiben. Der Loing-Fluß, und alſo auch die Stellen, wo der Kanal und Fluß ein gemeinſchaftliches Bette haben, ſind häufig ſtarken Anſchwellungen ausgeſetzt. Die andern Theile des Kanals, die höher als der Loing, und größtentheils im Thal deſſelben, zwiſchen zwei Deichen, oder am Rande des Thales, zwiſchen einem Deich und der natürlichen Anhöhe geleitet ſind, durften an dieſen Anſchwellungen offenbar nicht Theil nehmen, weil ſonſt, in ganz kurzer Zeit, ein völliger Ruin der Kanal-Deiche, und aller übrigen Anlagen, unvermeidlich geweſen wäre. An jeder der 6 Stellen, wo der Kanal den Fluß verläßt, ſind daher ſogenannte Schütz- oder Sicherheits-Schleuſen (portes des gardes) angebracht. Jede dieſer 6 Sicherheits-Schleuſen iſt durch 2 Paar Thore geſchloſſen, und unterſcheidet ſich von den gewöhnlichen Kammerſchleuſen bloß dadurch, daß ſie keinen Fallboden, ſondern zwei Paar gleichhohe Thore hat. Bei niedrigem Waſſerſtande des Fluſſes, ſtehen dieſe Thore ganz offen, der Fluß hält das Niveau des Kanals, und die Schiffe fahren ohne Aufenthalt durch. Schwillt der Fluß aber an, ſo ſchließen ſich die Thore, das Waſſer wird vom Kanal abgehalten, und die Schiffe müſſen, wie durch eine ordinaire Schleuſe, aus dem Fluß in den Kanal herab-, oder aus dem Kanal auf den Fluß heraufgeſchleuſet werden. Außer dieſen ſechs Sicherheits-Schleuſen, hat der Kanal noch 21 Schiff-Schleuſen, zuſammen mit 121 Pariſer Fuß Gefälle: einige darunter haben über 11, andere nur 3 Fuß Fall. Die vom ganzen Gefälle, 128 Fuß, noch übrig bleibenden 7 Fuß werden auf den Abhang der Strecken gerechnet, wo der Kanal und Fluß vereiniget ſind; ſonſt hat der Kanal zwiſchen den Schleuſen gar keinen Abhang, ſondern ſteht völlig im Niveau.

Wir werden bei Beſchreibung des Kanals wieder die im vorigen Abſchnitt gewählte Ordnung beobachten, und zuerſt von der Leitung des Kanals, dann von den Schleuſen, und endlich von den Brücken und von den übrigen Anlagen Einiges anführen.

Von der Leitung des Loing-Kanals.

§. 129.

Bei der Mündung in die Seine ſind der Kanal und der Loing-Fluß vereiniget, und treten unter einem ſpitzigen Winkel in die Seine ein. Dicht oberhalb der Mündung liegt ein großes Wehr, das, wie das oben bei Metz beſchriebene, mehrere von Quaderſtein gemauerte Pfeiler hat, zwiſchen welche man horizontale Balken dicht übereinander legt, und dadurch die Höhe beſtimmt, zu der das Waſſer angeſpannt werden ſoll. Am Rande dieſes Wehrs bildet die Kammerwand der erſten Schiffſchleuſe, (auf der Karte mit No. 27 bezeichnet,) gleichſam einen großen Pfeiler des Wehrs, ſo daß die Schiffe, die dieſe Schleuſe paſſiren, ſich dem Wehr ſehr nähern, und ſich dadurch in Gefahr geben müſſen, welche hier um ſo größer iſt, da die Kanalſchiffe an ſich ſehr ſchwer zu regieren ſind. Kurz vor Moret verläßt der Kanal den Loing, oder mündet hier, auf dem rechten Ufer, in ihn aus, wenn man nämlich dem Laufe des Loing folgt. Hier liegen die 2te und 3te Schleuſe (No. 25 und 26), auf die ſogleich zu beſchreibende Art gebauet, und zu einer Doppelſchleuſe mit einander verbunden. Bis auf dieſe eine, hat man die verbundenen Schleuſen-Kammern abſichtlich, bei dem in Rede ſtehenden Kanal vermieden. Schon aus dem Umſtande, daß hier dicht am Fluß eine Doppelſchleuſe liegt, kann man ſchließen, wie bedeutend der Kanal über den Fluß erhöhet ſeyn müſſe, und wie leicht es geweſen wäre, den dicht oberhalb Moret in den Loing einmündenden Fluß unter dem Kanal durchzuführen; dieſe Anlage wäre eben ſo nützlich als prachtvoll, aber freilich ſehr koſtbar geweſen, und wurde wahrſcheinlich aus dieſem Grunde nicht gewählt, ſondern der Fluß auf der rechten Seite des Kanals durch einen Deich zu einem auf der Karte mit A, bezeichneten See (Etang de Moret) angeſpannt, und dann im Niveau des Kanals, quer durch denſelben geleitet. Die Beſchreibung dieſer Anlage folgt weiter unten. Es iſt nicht anzunehmen, daß die Beſorgniß vom Waſſermangel den Erbauer des Kanals zu der in Rede ſtehenden Leitung des Fluſſes veranlaßte, obgleich, bei jedem andern weniger reichlich mit Waſſerzufluß verſehenen Kanal, der Umſtand, daß hier gerade eine Doppelſchleuſe liegt, die, wie wir weiterhin ſehen werden, anſehnlichen Waſſerverluſt erzeugt, den Wunſch veranlaſſen mußte, dem Kanal hier noch einen beſondern Zufluß zu verſchaffen. Die jetzige Leitung hat aber, außer der Verſchlemmung des Kanals, auch noch den großen Nachtheil, daß der Kanal an allen Anſchwellungen des Fluſſes Theil nimmt, ſo daß beim hohen Stande des letztern, wie er im Frühjahr 1804 war, das Waſſer über die Thore der Doppelſchleuſe überſtürzte.

§. 130.

Der Loing-Kanal iſt größtentheils, beſonders oberhalb einer jeden Schleuſe, zwiſchen zwei Erddeichen geführt, oder wenigſtens auf einer Seite an einen Deich gelehnt, und mit Ausnahme der Stellen, wo er ſich wieder mit dem Loing vereiniget, 6, 8 ja 10 — 12 Fuß über denſelben erhöhet. Die Kanaldeiche beſtehen aus ſehr fetter Thonerde, haben aber, ſo wie die Kanal-Ufer überhaupt, durchgehends eine ſteile (gewöhnlich nur einfüßige) Doſſirung, und ſind daher an ſehr vielen Stellen, wie die weiterhin zu beſchreibenden Schleuſen-Deiche mit Steinen gepflaſtert, alſo wenigſtens vor Abſpülung hinlänglich geſichert. An mehreren Orten hat man auch die convexen Kanal-Ufer mit Steinrevetements verſehen müſſen, um dem Beſchädigen derſelben, beim Anlaufen der Schiffe, vorzubeugen. Der Kanal hat nämlich viele ſehr enge Krümmungen, bei welchen die langen Schiffe, beim Wenden, gewöhnlich hart an das convexe Ufer gedrückt werden, ſo daß man dieß mit einer Mauer aus rohen Bruchſteinen verſehen mußte. Es läßt ſich daraus aber auch ſchließen, wie äußerſt nachtheilig, und beinahe gefährlich, dieſe zu engen Krümmungen den langen plump gebaueten Kanalſchiffen ſind.

Auf der Seite des Fluſſes, wo der Kanal, wenigſtens beim hohen Waſſerſtande, an vielen Stellen bloß durch den Deich vom Fluß geſchieden iſt, führen die Parallel-Graben das Filtrations- und Sammelwaſſer in den Loing ab, ohne daß es beſonderer Anlagen, außer einigen nach dem Fluß gezogenen kleinen Quergraben, bedürfte. Für das von den Höhen herabſtürzende, und für das auf der Landſeite durch die Kanaldeiche durchſickernde Waſſer, hat man, auf dieſer Seite, gleichfalls Parallel-Graben angelegt, und ſie, bis zu den Stellen, wo der Kanal in den Loing tritt, längs dem Kanal, und dann in den Fluß geleitet, welches, bei dem ſtarken Gefälle des Kanals, und da er nie auf große Diſtanzen vom Fluß geſchieden iſt, keine Schwierigkeit haben konnte. Bloß bei Souppes, iſt das Waſſer aus den Parallel-Graben, durch einen ordentlichen ſteinernen Abzug, von 4 Fuß Breite und Höhe, in den Fluß geführt. Der Abzug iſt aber wahrſcheinlich für die große Höhe des Flußufers, und alſo für die große Menge des hier in den Parallel-Graben herabſtürzenden Waſſers, viel zu klein; er ſoll ſich daher vor ein Paar Jahren verſtopft, und den Kanal, ſo wie die Gegend zwiſchen dem Kanal und den Bergen, unter Waſſer geſetzt haben. Souppes iſt auch die einzige Gegend, wo der Loing Felſen-Ufer hat, in denen einige Stellen des Kanals haben ausgeſprengt werden müſſen.

§. 131.

In Souppes ſetzt der Loing einen großen Eiſenhammer und eine Stahlſchmiede in Bewegung, und iſt durch einen quer durch das ganze Loing-Thal geſchütteten prächtigen

Damm, angeſpannt. In dieſem Damm liegt eine ſteinerne Brücke, aus einem Bogen, über den Kanal, eine große Brücke aus mehreren Bogen über den Loing, und eine Menge kleiner Brücken, oder Durchläſſe über den Werſen des Loing. Dieſe Durchläſſe dienen bloß zur Ableitung des ſehr hohen Waſſers, und ſind faſt beſtändig trocken.

Bei Nemours, Souppes, Toury und an den drei andern Stellen, wo der Kanal ſich vom Loing ſeparirt, liegen die 6 Sicherheits-Schleuſen, die ſo groß eingerichtet ſind, daß jede 6 oder noch mehrere Kanalſchiffe aufnehmen kann, und deren Häupter beide, wie die in den folgenden §§ zu beſchreibenden, Unterhäupter gebauet ſind. Bei jeder Schutz-Schleuſe iſt der Loing durch ein ſteinernes Wehr angeſpannt, das ſein Waſſer im Sommer auf der zur Kanal-Schiffahrt erforderlichen Höhe erhält, aber auch beim hohen Waſſerſtande den Abfluß ſehr erſchwert, und dadurch noch ſtärkere Anſchwellungen des Fluſſes verurſacht. Die Portes des Gardes ſollen zwar den Eisgang und das hohe Flußwaſſer vom Kanal abhalten, aber theils das Durchſchleuſen durch dieſe Schutzſchleuſen, die größer ſind als die eigentlichen Schleuſen, theils das in den Kanal durchſickernde Waſſer, verurſachen auch in ihm Anſchwellungen, und haben in den Kanal-Deichen 15 Dechargeoirs nöthig gemacht, die den Waſſerſtand reguliren, mittelſt deren der Kanal aber auch ganz abgelaſſen werden kann.

§. 132.

In Cepoy befindet ſich das Bureau der Kanal-Abgaben. Der Kanal iſt jetzt, ſo wie alle übrigen Güter des Duc d'Orleans, der Nation zugefallen, und wird daher für öffentliche Rechnung adminiſtrirt, und unterhalten.

In der Gegend von Cepoy liegt eine Schleuſe, mittelſt welcher die Gefäße, durch einen beſondern Kanalarm, in den Loing herabſteigen können, um hier den großen Waldungen von Montargis näher zu kommen, welche eine Menge Bau-, Brenn- und Nutzholz für Paris liefern. Eine ſehr große Anzahl Gefäße gehen daher gar nicht einmal weiter, als bis in dieſe Gegend.

Bei Bugge, und zwiſchen Bugge und Montargis, liegen die oben erwähnten maſſiven Kammerſchleuſen. Dicht oberhalb der Schleuſe von Bugge, tritt der Kanal von Orleans in den Loing-Kanal. Hier befinden ſich auch zwei anſehnliche Papierfabriken, und bei der einen eine große Holländiſche Windmühle, die von den übrigen Franzöſiſchen ſehr abweicht, und auf Holländiſche Art gebauet iſt. Zwiſchen Bugge und Montargis liegen in den Kanalufern einige Dechargeoirs, und in dem Loing mehrere kleine Wehre.

Von den Schleuſen.

§. 133.

Die zunächſt der Seine gelegene Schleuſe, auf der Karte Taf. XXIV, Fig. 207, mit No. 27 bezeichnet, iſt in, oder dicht neben einem großen Wehr ganz aus Quaderſteinen gebauet, hat zwiſchen den Thoren 29 Toiſen Länge, $15\frac{1}{2}$ Pariſer Fuß Breite und ganz ſenkrechte Kammermauern; eben ſo ſind die beiden erſten Schleuſen bei Bugge und Montargis, No. 1. und No. 2. gebauet, welche daher auch nur immer ein Schiff aufnehmen können. Die übrigen ſind dagegen große Keſſelſchleuſen, wovon jede 4 bis 6 große beladene Gefäße zugleich in ſich faſſen kann. Dieſe Schleuſen haben nämlich keine Seitenmauern, ſondern nur gemauerte Häupter, welche den Keſſel einſchließen; dabei iſt jede Schleuſe, wie der ungefähre Grundriß derſelben Taf. XXIV, Fig. 208 zeigt, mit den Häuptern 40—45 Toiſen lang, 7 bis 10 Toiſen im Keſſel, und gegen 15 Fuß zwiſchen den Thoren breit. Die Baſſins oder Keſſel der Schleuſen ſind jedoch nicht tief ausgegraben, ſondern über das natürliche Terrain erhöhet, und durch Deiche eingefaßt, eine Bauart, deren Urſache in der ſehr zweckmäßigen Wahl der Stellen liegt, wo man die Schleuſen anbrachte. Es iſt nämlich ſchon im Vten Abſchnitt §. 68 gezeigt, daß man die Kanäle, zur Erſparung der Grabungskoſten, ſo anzulegen ſuchen müſſe, daß die an jeder Stelle auszugrabende Erde gerade zur Schüttung der Treideldämme hinreiche; nicht immer läßt ſich aber dieſer Forderung ganz genügen, beſonders nicht, wo der Kanal ein ſanft abhängiges Terrain herabgeführt werden muß, und wo man ihn nicht unnützerweiſe krümmen oder ſehr verlängern will; hier ſucht man dann wenigſtens die Höhe des Kanals durch die Schleuſen ſo zu beſtimmen, daß die unterhalb der einen Schleuſe, nach Abzug der Treideldämme, übrig bleibende ausgegrabene Erde gerade die oberhalb der nächſtfolgenden Schleuſe fehlende Erde erſetze.

Geht der Kanal z. B. den Abhang eines Berges ab Taf. XXIV, Fig. 209 herab; ſo würde die oben aufgeſtellte erſte Bedingung der geringſten Ausgrabung offenbar an jeder Stelle des Berges daſſelbe Profil, alſo auch gleiche Höhe des Kanalwaſſers über dem Terrain geben, und der Spiegel des Kanalwaſſers alſo eben ſo ſchräge abhängend ausfallen müſſen, als der Berg ſelbſt. Statt deſſen ſoll aber der Kanal, ſtreckenweiſe, ganz horizontal gehen, und dann bei jeder Schleuſe plötzlich mehrere Fuß auf einmal fallen; man wird daher nun die Höhe des Kanals ungefähr nach c, c′ d, d′ e, e′ f u. ſ. w. beſtimmen müſſen, nämlich ſo, daß der Kanal von c′ bis g, alſo unterhalb der Schleuſen, in den Berg eingeſchnitten, von g bis zur Schleuſe d aber über dem Terrain geleitet, von d′ bis h wieder eingeſchnitten, von h bis e wieder über dem Terrain geleitet wird u. ſ. w., wobei dann die Tiefe der Einſchneidung ins Terrain leicht ſo beſtimmt wer-

den kann, daß der hier aufgeſtellten Forderung der geringſten Ausgrabung genüget, oder alle zwiſchen c' und g erübrigte, oder zu viel ausgegrabene Erde, gerade zu den von g bis d erforderlichen Deichen verbraucht wird; man würde aber ſehr irren, wenn man glauben wollte, daß g, oder die Stelle, wo das Niveau des Kanals mit der Fläche des Berges zuſammentrifft, in der Mitte zwiſchen c und d läge *).

---

*) Um dieß deutlicher zu machen, wird vielleicht die Auseinanderſetzung eines beſtimmten Falles hier nicht ungern geſehen werden. Der einfachſte von allen iſt der Fall, bei welchem das Gefälle einer Schleuſe **kleiner** iſt, als die Höhe der Treideldämme des Kanals über deſſen Boden. Bloß bei dieſem Fall, der aber in der Ausübung häufig vorkommt, werden wir uns einen Augenblick aufhalten: müſſen jedoch zuvörderſt noch zeigen, wie man die Linie der geringſten Ausgrabung, wovon ſchon in §. 68 die Rede war, oder vielmehr die, bei einer ihr entſprechenden Kanalziehung, erforderliche Höhe des Kanals über dem Terrain, finden kann. Es ſey Taf. XXVI, Fig. 2, MAQ das natürliche, hier noch horizontal angenommene Terrain, SHIK ein anzulegender Kanal, BKLQ der eine, und MRSF der andere Treideldamm, ferner $a = HU = UI$ die halbe Breite des Kanal-Bodens, $b = TU$ die ganze Tiefe des Kanals von der Oberkante der Treideldämme bis zum Boden, $c = KL = RS$ die Breite der oben horizontalen Krone der Treideldämme.

$x = AT$ die Höhe der Treideldämme über dem Niveau des natürlichen Terrains, alſo $b - x = AU$ die Tiefe, zu welcher der Kanal im natürlichen Terrain ausgegraben werden muß.

$\mu = SFM = HFA = KBQ = ABI$ der Doſſirungswinkel an der Kanalſeite, und

$\upsilon = LQB = RMF$ der Doſſirungswinkel an der Landſeite der Treideldämme.

Bei dieſen Annahmen iſt offenbar

$FB = 2a + 2(b - x) \cot \mu$, und HIBF oder die Menge der auf einer Länge $= 1$ auszugrabenden Erde, iſt $= \frac{(HI + FB)}{2} AU = [2a + (b - x) \cot \mu] . (b - x)$. Dagegen iſt $BQ = MF = c + x(\cot \mu + \cot \upsilon)$ und die auf die Länge $= 1$ zur Schüttung der beiden Treideldämme erforderliche Erde

$= KBLQ + MRSF = 2\left(\frac{c + c + x(\cot \mu + \cot \upsilon)}{2}\right) x = (2c + x(\cot \mu + \cot \upsilon))x$; Für den oben im Abſchnitt V, §. 68 erwähnten Fall der mindeſten Ausgrabung, muß nun x ſo gewählt werden, daß beide Erdmaſſen einander gleich ſind, d. h. es muß $(2a + (b - x) \cot \mu) . (b - x) = (2c + x(\cot \mu + \cot \upsilon))x$ ſeyn. Eine quadratiſche Gleichung, durch welche alſo der Werth von x ſehr leicht beſtimmt werden kann.

Etwas ſchwieriger wird aber der Fall, wenn das natürliche Terrain im Kanal-Profil nicht horizontal, ſondern, wie NAP in Taf. XXVI, Fig. 2, geneigt iſt, und mit der Horizontallinie einen Winkel $DAB = FAE = \psi$ macht. Alsdann iſt offenbar die auszugrabende Erde $= BZHF - \Delta AFE + \Delta ABC$, die zur Schüttung der Treideldämme erforderliche Erde aber $= 2KBLQ + MNFE - BCVQ$, das heißt, die auszugrabende Erde des vorigen Falls muß um die Differenz der Dreiecke ABC und AFE, die zu ſchüttende Erde aber um die Dif-

Die Rückſicht auf dieſe Verminderung des auszugrabenden Terrains, die immer, beſonders bei nahe aneinander gelegenen Schleuſen, ſehr wichtig iſt, ob es gleich bei gar zu langen in einem Niveau geführten Kanalſtrecken nicht vortheilhaft ſeyn würde, die unterhalb der einen Schleuſe erſparte Erde bis zur andern Schleuſe transportiren zu laſſen;

---

ferenz der Trapezien MNFE und BCVQ vermehrt werden. Statt der vorigen Gleichung zur Beſtimmung von x, erhält man alſo jetzt dieſe Haupt-Gleichung $(2a + (b - x)\cot\mu).(b - x) + \Delta ABC - \Delta AFE = (2c + x(\cot\mu + \cot\upsilon))\,x + \Delta AMN - \Delta AFE - \Delta AQV + \Delta ABC$; oder $(2a + (b - x)\cot\mu).(b - x) = (2c + x(\cot\mu + \cot\upsilon))\,x + \Delta AMN - \Delta AQV$. Es iſt aber $AM = AQ = AB + BQ = a + (b - x)\cot\mu + c + x(\cot\mu + \cot\upsilon); = a + c + b\cot\mu + x\cot\upsilon$, und zieht man aus B und Q auf AV die Lothe BD und QP, ſo wie aus F und M auf AN die Lothe MO und FG, ſo iſt auch $QP = MO = AQ \sin\psi$; $AV = \frac{AQ.\sin AQV}{\sin AVQ.} = \frac{AQ \sin v}{\sin(v + \psi)}$; $AN = \frac{AM.\sin AMN}{\sin ANM} = \frac{AM \sin v.}{\sin(v - \psi)}$; alſo $\Delta AQV = \frac{PQ : AV}{2} = \frac{AQ^2}{2}\frac{\sin v.\sin\psi}{\sin(v + \psi)}$; und $\Delta AMN = \frac{AN.MO}{2} = \frac{AQ^2}{2}.\frac{\sin v.\sin\psi}{\sin(v - \psi)}$; dieß in der vorigen Haupt-Gleichung ſubſtituirt, gibt

$$(2a + (b - x)\cot\mu)(b - x) = (2c + x(\cot\mu + \cot\upsilon))\,x + \frac{(a + c + b\cot\mu + x\cot\upsilon)^2}{2}\left(\frac{\sin v.\sin\psi}{\sin(v - \psi)} - \frac{\sin v.\sin\psi}{\sin(v + \psi)}\right):$$

Gleichfalls eine Gleichung vom zweiten Grade, aus der alſo der Werth von x ohne Schwierigkeit entwickelt werden kann. Man ſieht leicht, daß dieſe Gleichung auch den Fall umfaßt, in welchem das Terrain horizontal iſt, denn für $\psi = o$, geht ſie offenbar in die vorige Gleichung für jenen Fall über.

In der Ausübung wird man gewöhnlich, bei Beſtimmung des Kanalzuges, mit Hülfe dieſer Gleichungen, das Terrain ſo wählen können, daß der Zweck der mindeſten Ausgrabung dadurch ziemlich genau erhalten wird, indem man nämlich die Höhe der Treideldämme oder des Kanalſpiegels über dem Terrain, ſo viel als möglich unverändert beizubehalten ſucht, und da, wo eine Senkung oder Erhöhung dieſes Spiegels nöthig wird, eine Schleuſe anlegt. Es verſteht ſich, daß Senkungen und Erhöhungen nicht abwechſeln können: es iſt auch leicht einzuſehen, daß dieſe Art der Leitung des Kanals eine Menge Krümmungen nach ſich ziehe, und es können auch Fälle eintreten, wo die vorigen Formeln durchaus nicht hinreichen, nämlich wenn man den Kanal ein allmählig gleichförmig anſteigendes Terrain gerade hinableiten ſoll. Wie man in dieſem Fall auch die Entfernung und das Gefälle der Schleuſen beſtimmt, ſo bleibt doch immer unterhalb den Schleuſen mehr Erde auszugraben und oberhalb mehr zu ſchütten.

Der Ueberſchuß der auszugrabenden Erde iſt an jeder Stelle, für die Tiefe x, nach dem vorigen $= (2a + (b - x)\cot\mu)(b - x) - (2c + x(\cot\mu + \cot\upsilon))\,x -$

dieſe Rückſicht ſcheint Herrn Regemortes, bei Anlage der Schleuſen des Loing-Kanals, geleitet zu haben; denn wirklich findet man ſie größtentheils ſo gelegen, daß das Oberwaſſer durch Deiche weit über das natürliche Terrain erhöhet, und das Unterwaſſer unter daſſelbe vertieft, oder der Kanal oberhalb den Schleuſen, und in den Schleuſen ſelbſt, zwiſchen Deichen geleitet, unterhalb den Schleuſen aber tief ausgegraben iſt.

. $\frac{(a + c + b \cot \mu + x \cot v)^2}{2} \cdot \left(\frac{\sin v \sin \psi}{\sin(v - \psi)} - \frac{\sin v \sin \psi}{\sin(v + \psi)}\right)$ ein Ausdruck, den wir der Kürze wegen in der Folge mit $f(x)$ bezeichnen wollen.

Es ſey nun Taf. XXVI, Fig. 3, AB das natürliche Terrain, der Abhang deſſelben nach der Länge des Kanals oder der Winkel $KBA = \varphi$; A der Anfangspunct der Abſciſſen, wovon $AM = y$, und $MN = z = y \cot \varphi$; ferner FH die Oberkante der Treideldämme, ſo wie gh der Boden des Kanals. An jeder Stelle wird alſo die Höhe der Treideldämme über dem Terrain $= PN = x$ und $AM = y = oP + x$, oder wenn man $OP = e$ ſetzt, ſo iſt $y = e + x$, $z = y. \cot \varphi = (e + x) \cot \varphi$; $dz = \cot \varphi. dx$.

Das Gefälle der Schleuſen wird in der Regel durch die ihnen zu gebende Conſtruction beſtimmt, es ſey $= K$, und alſo ihre Entfernung von einander $= K. \cot \varphi$. Die Frage iſt nun, wie tief muß der Kanal, unterhalb einer Schleuſe, eingeſchnitten werden, damit der hier bleibende Ueberſchuß der Erde, zur Schüttung der Treideldämme, oberhalb der nächſten Schleuſe, hinreiche? (wobei aber von dem Fall abſtrahirt wird, in welchem das Schleuſengefälle ſo groß iſt, daß auch die Oberkante der Treideldämme, dicht unterhalb der Schleuſe, niedriger als das natürliche Terrain zu liegen kommt: ein Fall, der nur eintritt, wenn die Schleuſe ſehr ſtarkes Gefälle hat, oder der Kanal ſehr flach iſt.

Die an irgend einer Stelle P, auf eine Länge des Kanals $= dz$, übrig bleibende Erde iſt offenbar $= f(x). dz = f(x). \cot \varphi. dx$, wofür wir $d.F(x)$ ſetzen wollen, ſo daß überhaupt, ein für allemal, $F(x) = s.d.F(x) = s.f(x)\,dz$ wird. Die auf eine Länge z auszugrabende Erde iſt alſo $= \cot \varphi. s.f(x)\,dx = F(x) + \text{Const.}$ man denke ſich nun $e = o$, d. h. man laſſe den Anfangspunct der Abſciſſen A, in den Durchſchnitt der Linie AB und FH treffen, dann iſt $z = o$ für $x = o$, und für dieſe Stelle, oder für den Anfang der Integration, muß offenbar auch die übrig bleibende Erde $= o$ ſeyn, man beſtimmt alſo die Const. dadurch, daß man in $F(x) + \text{Const.} = o$, auch $x = o$ ſetzt. Der Werth von x an der Stelle F, ſey $= x'$ es iſt alſo die, vom Anfangspunct der Abſciſſen bis F erübrigte Erde $= F(x') + C$ und die bis H, oder bis zur nächſten Schleuſe übrig bleibende Erde $= F.(x' + K) + C$, indem hier offenbar $x' + k$ für x geſetzt werden muß, weil der Kanal auf die Länge vom Oberwaſſer einer Schleuſe bis zum Oberwaſſer der andern um das Schleuſengefälle $= K$ herabfällt. Soll nun alle zwiſchen den Schleuſen F und H übrig bleibende Erde gerade zu den Treideldämmen verbraucht werden, ſo muß von A bis H nicht mehr und nicht weniger Erde übrig bleiben, als von A bis F übrig geblieben war, d. h. es muß $F(x') + C = F(x' + k) + C$ oder $F(x') - F(x' + k) = o$ ſeyn, eine Gleichung, die endlich, wenn man für $F x'$ und $F(x' + k)$ ihre

§. 134.

Die Deiche, welche den Schleuſenkeſſel bilden, ſind auf der innern Seite alle mit einer Steindoſſirung verſehen, die Taf. XXIV, Fig. 210 abgebildet iſt, und aus flachgeſprengten Bruchſteinen beſteht, von welchen man die regulärſten zu genau ins Verband gelegten Gurten a b, benutzt hat.

Dieſer Vorſicht, und der ſehr ſorgfältigen Pflaſterung der Doſſirungen unerachtet, fand ich ſie hin und wieder jedoch ſchon etwas ausgeſpült, und die Steine durch einander geworfen, welches die heftige Bewegung verurſacht zu haben ſchien, in welche das in der Schleuſe befindliche Waſſer, durchs Füllen derſelben, verſetzt wird. Die Deiche waren aber auch nur einfüßig doſſirt, und ſchienen ihre Stärke bloß der fetten Lehmerde zu verdanken, aus welcher man ſie ſehr tüchtig aufgeführt findet; ihre Kronenbreite betrug oft nur 8 bis 9 Fuß.

Die Mauern der Häupter ſind aus geſchnittenen Quaderſteinen gemauert, oder wenigſtens auf der Außenſeite damit bekleidet, die an die Erddeiche anſchließenden Flügel aber hat man bloß aus roh bearbeiteten Bruchſteinen aufgeführt. Beim Oberhaupt befindet ſich der Fallboden, der, mit einer geringen Wölbung, ganz ſenkrecht gemauert iſt.

§. 135.

Was die Schleuſenthore anbetrifft, ſo waren ſie alle auf eine Art conſtruirt, aber mit Rückſicht auf ihre Höhe, bald mehr bald weniger verſtrebt. Taf. XXIV, Fig. 211 iſt die Anſicht eines der Höchſten und Fig. 212 die Anſicht eines der niedrigſten Thore dieſes Kanals. Nur bei wenigen, wahrſcheinlich neuen Thoren, war die Bohlenbekleidung ſchräge angebracht, ſo daß ſie die Strebung des Thors verſtärkte; bei den meiſten hatte man die Bohlen ganz ſenkrecht aufgenagelt. Zwiſchen den beiden unterſten Riegeln war ein Schützbret A angebracht, das man mittelſt einer gezahnten eiſernen Stange b c, und eines durch die Kurbel d bewegten in dieſe Stange eingreifenden Getriebes U,

---

Werthe ſetzt, die durch die einfache Integration von f(x) ſehr leicht zu erhalten ſind, den Werth von x′, oder die Tiefe der Ausgrabung unterhalb der Schleuſe, und dadurch offenbar auch die Tiefe der Ausgrabung an jeder andern Stelle beſtimmt. Die Anwendung auf beſtimmtere Fälle iſt zu leicht, als daß wir uns dabei aufhalten ſollten; nur muß man nicht vergeſſen, daß die Formel bloß für die Fälle gilt, in welchen weder die Oberkante der Treideldämme eingegraben, noch der Boden des Kanals aufgeſchüttet wird. Sie gilt alſo nur für die Fälle, in welchen k nicht größer als b iſt, und für x′ ein poſitiver Werth gefunden wird. Im Allgemeinen bleibt der Gang der Rechnung zwar auch in jenen Fällen ebenderſelbe, allein f(x) und F(x) nehmen dann eine ganz andere Geſtalt an.

aufziehen oder herunterſchieben konnte. Die Halsbänder der Thore hatten die gewöhnliche ſchon von Belidor angegebene, und auch hier bei der Schleuſe von Havre §. 42 beſchriebene Einrichtung, und waren zwiſchen dem Drehpfoſten e e und dem Nebenpfoſten f durchgeſteckt. Zur Vermeidung der Reibung an den Halsbändern, zur Verhütung des Sinkens des Anſchlagpfoſtens, oder der Vorderſeite der Thore, und zur Erleichterung der Bewegung, dienen die bei allen Schleuſenthoren dieſes Kanals angebrachten ſehr langen Hebel oder Gegengewichtsbalken g h, deren landſeitiges Ende noch mit einem großen Klotz beſchwert, und bei welchen oft noch die in Fig. 211 angedeuteten von beiden Seiten übergeblatteten Strebebänder i k, angebracht ſind. Die Bewegung der Thorflügel wird durch das Gegengewicht bei k wirklich außerordentlich erleichtert, ſo daß ein Menſch das große Schleuſenthor ſehr leicht drehen kann; dagegen wurden jedesmal 3 bis 4 Menſchen erfordert, um die Thore, wenn ſie verſchloſſen waren, und die Schleuſe ſich gefüllt hatte, zuerſt etwas zu öfnen, und ſelbſt dieſe 4 Mann mußten oft mit Anſtrengung aller Kräfte dabei arbeiten. Zum Theil konnte der Widerſtand, den die Thore der erſten Bewegung entgegenſetzten, davon herrühren, daß die Schleuſe vielleicht noch nicht völlig gefüllt, und alſo noch ein kleiner Waſſerdruck zu überwältigen war, indem bekanntlich eine ſehr lange Zeit dazu erfordert wird, wenn die Schleuſenkammer ſich bis auf den letzten halben oder Viertelzoll Höhe anfüllen ſoll. Mehreren Widerſtand, als dieſer Waſſerdruck, erzeugte aber der Umſtand, daß die Anſchlagpfoſten der Thore ſich gleichſam aneinander geſogen hatten; und auch feſt zuſammen blieben, weil das Gewicht der Thore nichts dazu beitragen konnte, ſie auseinander zu reißen.

§. 136.

Je größer die Thore ſind, und je größer alſo auch die Kraft iſt, mit der die Anſchlagpfoſten zuſammengepreßt werden, deſto wichtiger iſt es, auf Mittel zu denken, durch welche der Widerſtand gehoben werden kann, den man beim erſten Auseinanderreißen der beiden Thorflügel zu überwältigen hat. Das einfachſte Mittel ſcheint wohl darin zu beſtehen, daß man die Fläche, in welchen ſich die Anſchlagpfoſten berühren, ſo klein als möglich macht, und die Pfoſten daher, nach Taf. XXIV, Fig. 222 formt. Es iſt dabei keinesweges zu beſorgen, daß ſie deßhalb auch weniger dicht aneinander ſchließen ſollten, wie dieß alle mit ſolchen Anſchlagpfoſten verſehenen Holländiſchen Schleuſen zeigen. Noch wichtiger zum leichten Oefnen der Thore iſt es aber, daß man dem Thor im Halsbande Spielraum gebe, und es ohne Gegengewicht, nach vorne überhängen laſſe. Der Waſſerdruck wird die Thore dann zwar mit dem Drehpfoſten an die Schleuſenmauer feſt andrücken, ſo daß ſie, während die Schleuſe geſchloſſen iſt, die Halsbänder nicht berühren;

wird die Schleuſe aber gefüllt, und der Waſſerdruck dadurch vermindert, ſo ſenken ſich die Thore, ſo bald der Waſſerdruck klein genug geworden iſt, vorne herab, legen ſich in die Halsbänder, und entfernen dadurch von ſelbſt ihre beiden Anſchlagpfoſten von einander, ſo daß ſie nun leicht geöfnet werden können *). Das angebrachte Gegengewicht ſcheint alſo, wenn die Thore in ſich nur feſt genug verbunden und gehörig verſtrebt ſind, mehr ſchädlich als nützlich zu ſeyn. Um zu den Kurbeln gelangen zu können, durch welche man die Schützen der Thore aufzog, war bei jedem Thorflügel eine kleine auf eiſernen Knaggen ruhende Laufbrücke angebracht.

§. 137.

Man ſieht leicht, daß die hier beſchriebenen Schleuſen ſich, wie alle übrigen Kanal-Anlagen, durch Wohlfeilheit auszeichnen, da ſie keinen Boden, und keine Seitenmauern haben; aus dieſem Grunde ſcheint man ſie auch bis jetzt beibehalten, und einige davon kürzlich wieder beinahe ganz neu gebauet zu haben. Ihre Größe, die ſich nicht vermindern läßt, weil das Waſſer ſonſt beim Füllen in eine gar zu heftige, den Deichen nachtheilige Bewegung gerathen würde, erzeugt aber einen außerordentlichen Waſſer- und Zeit-Verluſt. Erſterer iſt hier nicht gerade ſchädlich, da der Loing-Fluß zu jeder Jahreszeit weit mehr Waſſer führt, als für die Schiffahrt erfordert wird; um ſo unangenehmer iſt aber der Zeitverluſt, indem das Durchſchleuſen eines Gefäßes durch jede Schleuſe ungefähr zwanzig Minuten, und wenn, wie es immer ſeyn ſollte, vier Gefäße zuſammen durchgehen, eine halbe Stunde dauert.

Von den übrigen Bauwerken am Loing-Kanal.

§. 138.

Was die Brücken anbetrifft, deren eine ſehr große Menge über den Kanal geht, ſo ſind ſie häufig bei den Unterhäuptern der Schleuſen angebracht, aber alle ganz von Steinen erbauet, und zwar theils nach gedruckten Zirkelbogen aus drei Mittelpuncten, theils nach einem einzigen flachen Zirkelbogen aufgeführt, und im letztern Fall mit den ſogenannten Kuhhörnern verziert, wie die Zeichnung Taf. XXIV, Fig. 213 dieß näher zeigt.

*) Bei den Schleuſen des Holſteiniſchen Kanals hat man, wie ich glaube, aus dieſem Grunde die Halsbänder an den Schleuſenthoren abſichtlich recht groß gemacht; und den Zweck auch vollkommen erreicht, indem die Thore, ſobald das Waſſer bis auf einen geringen Unterſchied auf beiden Seiten derſelben gleich hoch ſteht, ſich ſehr ſichtbar in die Halsbänder ſenken, und ſich an den Anſchlagpfoſten etwas, freilich nur ſehr wenig, öfnen, wodurch doch aber kein gewaltſames Auseinanderreißen mehr nöthig wird.

Der Brückenbogen iſt nämlich in der Mitte, mit einem kleinen Radius, aus a beſchrieben, und der Rand des Bogens, alſo etwa der Theil unter dem Brückengeländer, geht allmählig in einen ſehr flachen aus b beſchriebenen Bogen über. Einige Brücken waren ganz von geſchnittenen Quaderſteinen gewölbt, andere hatten nur an den beiden Seiten und in der Mitte eine (alſo überhaupt drei) Quaderſteingurte und zwiſchen dieſen ein Gewölbe aus roh bearbeiteten Bruchſteinen. Durchgehends waren ſie in Cement aus Kalk und Ziegelmehl gemauert, bei vielen aber auch die Steinfugen ſchon ſehr verwittert, und vom Regen ausgewaſchen.

Ueberhaupt ſcheint dieſer Mörtel zum äußern Verſtreichen der Steinfugen doch nicht dauerhaft genug, daher die oben angeführte Methode, das Mauerwerk an Waſſerbauen von dieſem Mörtel aufzuführen, und bloß die äußeren Fugen mit ächtem Puzzolan-Mörtel, oder einem andern waſſerfeſten Kitt zu verſtreichen, gewiß die vorzüglichſte genannt werden kann.

§. 139.

Hier darf die neue über den Loing geführte Brücke von Nemours nicht übergangen werden. Nemours liegt, wie die Karte Fig. 207 zeigt, auf einer Inſel, zwiſchen dem Kanal und dem Loingfluß; über den erſtern geht hier eine gewöhnliche ſteinerne Brücke, aus einem Bogen, über den Loing hatte man aber, Anno 1803, eine der kühnſten bis jetzt ausgeführten ſteinernen Brücken zu bauen angefangen. Sie hat drei flache Zirkelbogen, jeder davon iſt 48 Fuß geſpannt, und durchweg mit einem Radius von drei und neunzig Fuß beſchrieben. Dabei beſteht jeder der beiden Mittelpfeiler, wie bei der von Perronet beſchriebenen Brücke von St. Maxence, aus vier ſteinernen Säulen, zwiſchen welchen man durchſehen kann, und jede dieſer Säulen hat hier nur 2 Metres im Durchmeſſer. Taf. XXIV, Fig. 219 iſt eine perſpectiviſche Anſicht dieſer Brücke, die jetzt vollendet ſeyn ſoll *). Bei der geringen Länge der Bogen iſt es nicht wahrſcheinlich, daß die Brücke das gefällige leichte Anſehen der Brücke von Neuilly erhalten wird, an wirklicher Kühnheit übertrifft ſie dieſe aber bei weitem.

§. 140.

Die zur Ablaſſung des überflüſſigen Kanalwaſſers beſtimmten 15 Dechargeoirs haben die Taf. XXIV, Fig. 217, 218 und 223 angegebene Bauart, ſie ſind 6 bis 7 Fuß weit, haben zwei Seiten-Mauern, die nach dem Profil der Kanaldeiche geſtaltet ſind,

*) Den Zeitungen nach waren die Bogen im November 1804 geſchloſſen, und die Brücke wurde vom Pabſt, der bei der Reiſe nach Paris zuerſt herüberfuhr, eingeweihet.

und an dieſe anſchließen, und ſind nach einem flachen Zirkelbogen überwölbt, um die Paſſage des Treidelwegs nicht zu unterbrechen: dieſe Ueberwölbungen der kleinen Brücken ſind aber ſo ſchmal, daß mehrere Pferde nicht neben einander herüber gehen können. Auf der Kanalſeite der Brücke haben die Mauern Einſchnitte, in welche man horizontale Balken dicht über einander hineinlegt, und dadurch die Höhe des Kanalwaſſers beſtimmt, indem es beim höhern Anſchwellen über dieſe Balken wegſtürzt. Nimmt man ſie heraus, ſo kann man den Kanal ganz trocken ablaſſen. In jedem Fall würde aber der Zweck wahrſcheinlich ſicherer und bequemer erreicht werden können, wenn die Dechargeoirs auch mit ordentlichen Grundſchützen verſehen wären.

Wir kommen endlich noch zu der Leitung bei Moret, der §. 129 gedacht iſt. Taf. XXIV, Fig. 219 zeigt einen Grundriß dieſer Leitung. Der Fluß, der hier den Kanal paſſirt, iſt durch den Moretſee zu einer dem Kanal faſt gleichen Höhe angeſpannt, und tritt nun unter der ſteinernen nach drei flachen Zirkelbogen gewölbten Brücke ii zwiſchen den Kanal-Deichen aa und bb, in den Kanal: xx iſt dabei eine Reihe Pfähle, die ganz nahe an einander eingerammt, und beholmt ſind, um das Eis ſowohl als zufällige Unreinigkeiten vom Kanal abzuhalten. Am andern Kanal-Ufer gerade über der Brücke ii, liegt ein großes ſteinernes Wehr zz, über welches der in Rede ſtehende Bach, nach dem Loing herabſtürzt, dicht vor demſelben iſt wieder eine beholmte Pfahlreihe yy angebracht, die die Kanalſchiffe von dem Wehr abhält, nach welchem ſie der heftige Waſſerſturz ſonſt unvermeidlich hinreißen und zerſchmettern würde.

Achter Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Kanal von Briare und Kanal von Orleans.

§. 141.

Der Kanal von Briare gehet von Montargis, aus dem Loing, über Chatillon, Rogny und Ouzouer nach Briare, wo er in die Loire fällt. Montargis hat eine ſehr vortheilhafte Lage, indem die Nähe des Kanals d'Orleans, und das Zuſammentreffen der Kanäle von Loing und von Briare, es zu einer Art Sammel-Platz der meiſten über die Loire, oder aus den ſüdlichen Theilen Frankreichs nach Paris gehenden Gefäße machen. Außerdem tragen die großen Wälder in der Gegend von Chatillon, auch noch ſehr viel dazu bei, die Schifffahrt von Chatillon nach Montargis, und von da nach der Seine, zu beleben.

Schon unter Heinrich dem vierten ſah man die großen Vortheile ein, die Frankreich, und beſonders Paris, von einer Verbindung der Loire mit der Seine ziehen würde. Der kürzeſte Weg dieſe zu bewerkſtelligen, ſchien der über Chatillon, zu deſſen Wahl auch die angeführten großen Waldungen beſtimmten. Anno 1605, als in Europa noch kein Unternehmen ähnlicher Art, nämlich kein über hohe Berge geleiteter nach beiden Seiten abfließender und mit Kammerſchleuſen der Art verſehener Kanal gebauet war, wurde dieſer angefangen, und bis 1610 daran gearbeitet. Mangel an Fonds, und andere Staatsverhältniſſe, hemmten die Fortſetzung der Arbeiten, die darauf 1638 wieder fortgeſetzt und 1642, von ein Paar Privatleuten, Guyon und Bouterone, die das Eigenthumsrecht auf den Kanal verlangten, glücklich beendiget wurde. Bedenkt man, daß dieſer Kanal der erſte ſeiner Art war, und daß er Anlagen hat, die bis dieſen Au-

genblick noch von keinem Kanal übertroffen ſind, wie dieß z. B. mit der Schleuſe bei Rogny der Fall iſt, ſo wird man ſich wahrſcheinlich überzeugt halten, daß ſeine Ausführung wirklich ein ungleich größeres Unternehmen war, als die des Kanals du Midi, bei welchem dieſer und andere Kanäle ſchon zum Muſter dienten, und bei welchem man nur auf eine andere Localität anwenden durfte, was hier zum Theil erfunden, und zuerſt realiſirt war.

§. 142.

Der Kanal von Briare iſt 28299 Toiſen oder $7\frac{1}{2}$ Deutſche Meilen lang, und hat 40 große Kammerſchleuſen. Mittelſt 28 Schleuſen ſteigt er von Montargis $242\frac{1}{2}$ Fuß bis auf die Anhöhe von Rogny und St. Privé, und fällt dann, an der andern Seite dieſer Anhöhen, $117\frac{3}{4}$ Fuß, durch 12 Schleuſen, nach der Loire herab. Seine Breite iſt ſehr verſchieden; ſeit den von Regemortes angebrachten Verbeſſerungen, aber allenthalben ſo groß, daß zwei Gefäße einander ausweichen können.

Die Oefnungen der Schleuſen haben eine verſchiedene Breite von 14 bis 19 Fuß, erlauben alſo nur höchſtens 14 Fuß breiten Gefäßen das Durchgehen; eben ſo dürfen die Gefäße, einiger Schleuſen wegen, nicht über 15 Toiſen lang ſeyn. Bei dieſer Größe laden ſie 120000 Pariſer Pfund oder ungefähr 30 Laſt, und gehen dann 3 Fuß tief: die ordinaire Tiefe des Kanals beträgt 4 Fuß, die den Kanal befahrenden Gefäße ſollen aber nur 3 Fuß tief ſeyn. Selbſt dieſe geringe Tiefe hat der Kanal in den trockenſten Sommer-Monaten nicht, ſondern man kann rechnen, daß er in jedem Jahre drei Monate lang, wegen Waſſermangels, unbefahrbar iſt. Dieſe Zeit hindurch wird er dann ganz abgelaſſen, alles nachgeſehen, und etwa entſtandenen Beſchädigungen abgeholfen. Man würde ſicher längſt darauf bedacht geweſen ſeyn, dieſem Waſſermangel gründlich abzuhelfen, wenn die Loire nicht gerade zu derſelben Zeit, nämlich in den trockenſten Sommer-Monaten, eine ſo geringe Tiefe hätte, daß die Schiffahrt ſchon deßhalb eingeſtellt werden müßte, indem faſt alle den Kanal von Briare paſſirenden Gefäße eine weitere Beſtimmung nach den Gegenden an der Loire haben, außer wenn ſie nach den Wäldern bei Chatillon fahren, um Holz nach Paris zu holen.

Leitung des Kanals.

§. 143.

In Montargis ſteht der Kanal mit dem Loing in Verbindung. Von Montargis bis Chatillon iſt er wie die Kanalkarte Taf. XXIII zeigt, längs der Bergkette auf der linken Seite des Loingthales geleitet, und zwar geht er, bis zur fünffachen Schleuſe No.

20 bis 24 immer am Fuß des Berges, ohne alle Parallel-Graben, und iſt auch nur auf einer Seite mit einem Treidelwege verſehen. Er liegt dabei 10 bis 14 Fuß höher als der Loing; der Treidelweg aber iſt mit dem Kanalwaſſer, das, als ich den Kanal ſah, freilich ſehr hoch ſtand, beinahe von gleicher Höhe, oder oft nur 2 bis 3 Zoll höher, ſo daß das Profil des Kanals in dieſer Gegend ungefähr nach Taf. XXIV, Fig. 215 ausfallen würde. Man ſieht leicht, wie nachtheilig dieſe Leitung ſey, und wie ſehr es zur Verſchlemmung des Kanals beitragen muß, daß das vom Berge herabſtürzende Waſſer alle Unreinigkeiten geradezu mit in den Kanal führt. Bloß dem ſtrengen fetten Lehmboden ſcheint der gute Zuſtand des Kanals zu verdanken zu ſeyn, ſo wie freilich auch das jährliche trockene Ablaſſen deſſelben die Wegſchaffung der entſtehenden Untiefen und Verſchlemmungen ſehr erleichtert.

Mittelſt der Schleuſe No. 24 bis 20, die fünf Kammern, und überhaupt 44 Fuß Gefälle hat, ſteigt nun der Kanal auf einmal den Berg, der das Loing-Thal begrenzt, hinan, und geht dann, in ſehr vielen äußerſt ſpitzwinklichten Krümmungen, immer dicht am Rande des Berges fort, aber gleichfalls größtentheils ohne Parallelgraben, und nur mit einem einzigen Treidelwege verſehen. Der Berg iſt dabei an vielen Stellen angeſchüttet, demungeachtet nur anderthalb oder hin und wieder gar nur einfüßig doſſirt, und der Treidelweg 8 — 10 Fuß breit. Auch hier findet man den Treidelweg mit dem Kanalwaſſer faſt gleich hoch, wodurch er natürlich ſehr ſumpfig wird. Taf. XXIV, Fig. 216 iſt das ungefähre Profil der in Rede ſtehenden Kanalſtrecke. Einige Stellen in dieſer Gegend, wo der Kanal dicht am Abhange des Berges geführt iſt, und an welchen man aus dem den Kanal befahrenden Gefäß, den ſteilen Abhang, von etwa 50 Fuß Höhe, herabblicken, und das tiefliegende ſchöne Loing-Thal überſehen kann, gewähren eine eben ſo angenehme als durch ihre Neuheit überraſchende Ausſicht. Hin und wieder hat man die Kanalufer und zwar auch auf der Seite des Treidelweges, mit Dorn-Geſträuch bewachſen laſſen, welches die Treidelleine alle Augenblicke aufhält, und das Treideln ſehr erſchwert. In dieſer Art geht der Kanal bis Chatillon fort, indem er bis dahin nur noch wenig ſteigt, und ſich alſo dem Spiegel des Loingfluſſes immer mehr nähert, bis er endlich bei Chatillon ſelbſt mit ihm beinahe ins Niveau kommt. Dicht unterhalb der Schleuſen No. 16 und 17 nimmt er noch eine Rigole oder einen Bach auf, der ihm das Waſſer aus 13 kleinen Seeen oder vielmehr aus Thälern zuführt, die durch geſchüttete Dämme in Waſſerbaſſins umgeſchaffen ſind. Eigentlich bedürfen die Kanäle nur einen Waſſerzufluß in ihrem Theilungs-Punct, weil alles Waſſer, womit Schiffe durch die oberſten Schleuſen geſchleuſet werden, auch für die unteren benutzt werden kann. Allein theils zum Erſatz des Waſſerverluſtes, der im Kanal ſelbſt durch die Ausdünſtung und

durch die Filtration des Waſſers entſteht, theils weil bei den Schleuſen, dechargeoirs ꝛc. immer etwas Waſſer verloren geht, ſelbſt wenn ſie geſchloſſen ſind, und hauptſächlich zum Durchſchleuſen der Gefäße, die nicht den ganzen Kanal befahren, iſt es ſehr nützlich, auch Anlagen zur Speiſung des Kanals unterhalb des Theilungs-Puncts anzubringen, ſo daß das obere Waſſer vorzüglich nur zum Durchſchleuſen durch die oberſten Schleuſen benutzt werden darf, und der in den untern Theilen des Kanals entſtehende Waſſermangel immer aus den untern Baſſins, die gewöhnlich leichter zu erhalten ſind, erſetzt werden kann.

§. 144.

Chatillon liegt am Zuſammenfluß der Quellen des Loingfluſſes. Der Hauptſtrom, der bis dahin auf der linken Seite des Kanals floß, geht hier, mittelſt verſchiedener Siele und Dechargeoirs, durch den Kanal durch.

Von Chatillon bis Rogny iſt der Kanal am rechten Ufer des Loingfluſſes, hin und wieder ziemlich über ihn erhaben, geführt, und ſteigt dabei unter andern, mittelſt der vierfachen Schleuſen bei Moulin brulé, 33 Fuß 2 Zoll auf einmal in die Höhe, doch immer noch, ohne den Rand des Loingthales zu verlaſſen. Dicht oberhalb dieſer 4fachen Schleuſe geht er, hart am Rande der Anhöhen, die das Loingthal begränzen, und iſt, auf eine große Strecke, wahrſcheinlich zur Verhütung der Filtration, mit Quaderſteinmauern, wie mit Kays eingefaßt, ſo daß er ungefähr das Profil Taf. XXIV, Fig. 220 bildet. So geht er bis Rogny, wo er wieder das Niveau des Loingfluſſes hat, und wo dieſer ihn kreuzt, oder in Rogny ſelbſt, auf einer Seite, am Fuß der großen Schleuſe, in den Kanal hineinfließt, und auf der andern Seite unter einer ſteinernen Brücke durch, über ein großes Wehr, ſogleich wieder herausſtürzt. Im Dorfe Rogny ſteigt der Kanal nun auf einmal, mittelſt der ungeheuern 7fachen Schleuſe, 71 Fuß 7 Zoll *) in die Höhe, und gelangt dadurch zu dem Vertheilungspuncte, oder zu der Höhe, auf welcher man hier keinen natürlichen Fluß mehr antrifft. Er ſteigt dann noch durch die Schleuſe von Rondeau, die, wie wir unten ſehen werden, kein beſtimmtes Gefälle haben ſoll, ein Paar Fuß, und nimmt endlich die Speiſungsrigolen von St. Privé und von Beaurois auf, die durch bedeutende mit Aufziehſchützen verſehene Siele, in den Kanal treten. Man ſieht auf der Karte Taf. XXIII, Fig.   daß der Kanal auch durch einige der Seeen, die ihm zu Speiſungsbaſſins dienen, durchgeführt iſt: in dieſen iſt er von kleinen Erddämmen eingeſchloſſen, deren Krone mit dem hohen Waſſerſtande gleich hoch liegt,

---

*) Es iſt dieß die größte je, wenigſtens in Europa, gebauete Schleuſe, denn die Schleuſe von Fonſerane im Kanal du Midi, hat nur $64\frac{1}{2}$ Fuß Gefälle.

und die beſonders dadurch einen hohen Grad von Stärke erhalten, und dem Wellenſchlage, ſo wie dem antreibenden Eiſe widerſtehen können, daß ſie mit allerlei Sorten Strauch dicht bewachſen ſind. Einmal iſt der Kanal auch durch den See ſelbſt geleitet, ſo daß die Gefäße an den Ufern des Sees herumgehen; es iſt aber leicht einzuſehen, mit welchen großen Beſchwerden dieſe Fahrt, bei unruhigem Wetter, verbunden ſeyn müſſe, da die Gefäße bloß getreidelt, und alſo vom Winde ſehr leicht auf die Ufer geworfen werden: beſonders nachtheilig zeigt ſich hier ihre plumpe Bauart und ſchlechte Steuerung.

§. 145.

Weiterhin geht der Kanal nun, ohne an den Lauf eines Fluſſes gebunden zu ſeyn, bald zwiſchen Deichen geleitet, bald in die Anhöhen eingeſchnitten, fort, indem er noch ein Paar kleine Bäche aufnimmt, und Ouzoner und Briare berührt. Eine Viertel-Meile unterhalb Briare, vereiniget er ſich, unter einem ſehr ſpitzen Winkel, mit der Loire, worüber wir uns das Nähere bei Briare anzuführen vorbehalten. Oberhalb Briare ſind mehrere Gewäſſer auf beiden Seiten neben dem Kanal geführt, dieſe vereinigen ſich, an der Schleuſe dicht bei der Stadt, mit dem Kanal, ſo daß er von hier bis in die Loire mit merklicher Geſchwindigkeit fließt, und daher auch mit einer großen Freiſchleuſe verſehen werden mußte, die das überflüſſige Waſſer in die Loire führt.

In Rogny befindet ſich das Bureau der Kanalabgaben, die nach einem von Herrn la Lande mitgetheilten ſehr billigen Tarif erhoben werden. Der ganze Kanal iſt noch bis jetzt Eigenthum einer Geſellſchaft Actionärs, die die Abgaben erhebt, und ihn dafür unterhalten muß. Dieſe Geſellſchaft hält auch ein Poſtboot, das regelmäßig, einmal in jeder Woche, von Paris nach Briare hin, und wieder zurückgeht, und ſowohl Paſſagiers als Güter, die nicht ſehr viel Raum einnehmen, mitnimmt.

Von der Speiſung des Kanals.

§. 146.

Die erſte Frage, wenn die Möglichkeit der Kanalziehung über eine Anhöhe beurtheilt werden ſoll, iſt immer die, ob es oben, auf der höchſten Stelle des Kanals, noch hinreichenden Waſſerzufluß gibt, oder ob und wie er ſich verſchaffen läßt? Bei der enormen Höhe der Gegend, auf welche der Kanal von Briare ſteigt, mußte die Zuleitung des nöthigen Waſſers viele Schwierigkeit haben; auf dieſer, wie faſt auf allen oben platten Anhöhen, befanden ſich indeſſen, ſeit undenklich langer Zeit, theils wirkliche natürliche Land-Seeen, theils Teiche oder Baſſins, die man durch Abdämmung eines Thals erzeugt hatte, und die wahrſcheinlich zu Mühlenteichen oder auch zu Fiſchteichen dienten,

und vom Regenwaſſer geſpeiſt wurden. Das erſte Mittel, das man zur Speiſung des Kanals ergriff, beſtand daher in Benutzung der vorhandenen und Anlegung neuer Baſſins, in welchen das Regenwaſſer, während der naſſen Jahreszeit, geſammlet, und bei der trocknen zur Schiffahrt verbraucht werden ſollte. Man erzeugte durch Abdämmung von Thälern eine große Menge Behälter der Art, verband ſie durch einen Speiſungs-Kanal, (Rigole) und leitete das Waſſer durch denſelben in den höchſten Theil des Kanals von Briare. Herr la Lande führt mehrere dieſer Speiſungs-Kanäle an; der wichtigſte von allen iſt aber die Rigole von St. Beaurois: dieſe verbindet viele kleine Baſſins, und leitet ihr Waſſer in das große Baſſin, Etang de grande rue genannt, und auf der Karte Taf. XXIII, Fig. 207, mit z bezeichnet. Dieſer Behälter allein hat, wenn er ganz gefüllt iſt, 1500 Toiſen Länge, 500 Toiſen Breite, und 25 Fuß Tiefe. Er iſt durch einen großen Damm von eben der Höhe erzeugt, in welchem ſich unten ein ſteinernes Siel, von 6 Fuß Höhe, befinden ſoll, das mit einem von oben aufzuziehenden ſtarken Schützbret verſchloſſen iſt. Da dieſes Baſſin die letzte Zuflucht, bei dem im Kanal eintretenden Waſſermangel, enthält, ſo wird es nur geöfnet, wenn das Kanalwaſſer einen gewiſſen ſehr niedrigen Stand erreicht hat. Es wohnt daher ein Wächter bei jenem Siel, der die Aufſicht über daſſelbe hat, und es, ſo oft der Kanal-Controlleur (in Rogny) es nöthig findet, öfnen muß. Auf dem Boden des Baſſins, ſoll, um es ganz abzulaſſen, ein Graben herumgeführt ſeyn, der auch das letzte Waſſer nach dem Siel leitet. Bei dem vollen Waſſerſtande dieſes und der übrigen Baſſins, iſt indeſſen offenbar von dieſem Graben ſo wenig als von dem unten angebrachten Siel, etwas ſichtbar.

§. 147.

Aus dem Etang de grand rue fließt das Waſſer in ein zweites kleineres Baſſin, und aus dieſem erſt in einen (wahrſcheinlich natürlichen) See, an deſſen Rande der Kanal geleitet iſt. Unter den Zufluß-Quellen des Etang de grande rue, verdienen beſonders die auf der Karte mit a und b bezeichneten Seeen eine nähere Betrachtung; ſie liegen an ſich zwar höher als der Kanal, ihr natürlicher ſtark abhängender Abfluß trifft aber den Kanal weit unterhalb des Vertheilungs-Punctes, zwiſchen den Schleuſen No. 3 und 4. Dieſer natürliche Abfluß mußte daher durch einen Damm coupirt, und das Waſſer der Seeen genöthiget werden, in das Baſſin c zu fließen, und der Rigole von Beaurois zu folgen, welche Rigole, ihres regulären Bettes wegen, ein weit kleineres Gefälle nöthig hatte, als der vorige natürliche Abfluß der Seeen.

Auf eben die Art hat man auch den Loingfluß ſelbſt, in der Gegend von St. Prive', abgefangen und, mittelſt der großen Rigole de St. Privé, nach dem Vertheilungs-Punct

des Kanals geleitet *). Das natürliche Gefälle des Loing führt ihn in das Unterwaſſer der Schleuſen von Rogny durch die regulairere Leitung in der Rigole, die $2\frac{3}{4}$ Meilen lang iſt, ſind alſo beinahe 80 Fuß, oder das Gefälle der Schleuſen No. 1 — 8, erſpart**).

§. 148.

Außer dieſen beiden Hauptrigolen gibt es nun noch mehrere kleinere, die das gleichfalls in Baſſins aufgefangene Waſſer, wenn die bei den Baſſins angebrachten Schützen geöfnet werden, in den Kanal fließen laſſen; dahin gehören z. B. 13 Baſſins, deren Waſſer unterhalb Chatillon, bei der Schleuſe No. 17, in den Kanal fällt. In Taf. XXIV, Fig. 224 iſt der Grundriß eines ſolchen Baſſins abgebildet; man ſieht daraus, daß es in einem durch den Damm x x abgeſchloſſenen Thale beſteht, worin ſich das durch die Rigole y y zufließende und das von den Anhöhen herabſtrömende Waſſer ſammelt; bei v befindet ſich, unten am Fuß des Dammes x x, ein hölzernes oder gemauertes Gerinne (Grund-Stock) das durch ein hölzernes Schützbret geſchloſſen wird, und von oben geöfnet werden kann, indem der Stiel des Schützbretes bis über den Damm x x heraufreicht. Durch dieſen Grundſtock kann das Waſſer in den Graben n o gelaſſen werden; um aber der Ueberfüllung des Baſſins vorzubeugen, iſt in dem Damm x x, bei v v, noch ein ſteinerner Ueberfall i i angebracht, der bei einigen Baſſins nur in einem mit Feldſteinen gepflaſterten Erddamme beſtand, über welchen das Waſſer überſtürzt, ſo bald es im Baſſin eine zu große Höhe erreicht hat. Dieß überſtürzende Waſſer wird durch den Graben m o abgeleitet. Wo die Localität es geſtattet, hat man das Freiwaſſer nicht mit dem Graben n o zuſammenkommen laſſen, in vielen Fällen war dieß aber nicht möglich, ſondern beide Graben, m o und n o, bildeten den Hauptgraben o p, der

---

*) Die Angaben des Herrn de la Lande ſtimmen mit dem hier Geſagten darin überein, daß der Etang de grand rue und die Rigole de St. Privé die Hauptzuflüſſe des Kanals ausmachen, in den nähern Beſtimmungen zeigt ſich aber einige Verſchiedenheit. Ich habe ſo wenig alle Baſſins beſehen, als alle Rigolen verfolgen, und daher auch jene Nicht-Uebereinſtimmung nicht aufklären können. Was ich hier anführe, gründet ſich theils auf das, was ich zur Stelle geſehen, theils auf die Angaben der Kanal-Ingenieurs und Controlleurs, theils endlich auf die von Lattre geſtochenen ſehr detaillirten Karten. Den meiſten Leſern würde die ausführliche Auseinanderſetzung der Verſchiedenheit in den Angaben, ſicher ſehr langweilig ſeyn, es reicht alſo hin, wenigſtens daran gedacht zu haben.

**) Beinahe auf dieſelbe Art wird der Bromberger Kanal in Weſtpreußen, der die Netze mit der Brahe vereiniget, bloß durch einen Graben geſpeiſt, der das Waſſer, aus dem höher gelegenen Theil der Netze, in den Kanal leitet.

nach dem Kanal führt. In dieſen letzten Fällen fand ich auf dem Ueberfalle ii ein Gitter aus hölzernen, nahe aneinander geſtellten Stäben angebracht, daß das Ueberſtürzen grober Unreinigkeiten, die den Kanal ſehr verſchlemmen würden, verhütete.

Alle Baſſins ſind im Weſentlichen auf eben die Art, d. h. wie ein gewöhnlicher Mühlenteich, eingerichtet. Sehr viele von den auf der Karte Taf. XXIII gezeichneten, ſind daher auch nicht ſowohl zur Speiſung des Kanals, als zu anderem ökonomiſchen Gebrauch beſtimmt, ſie erfüllen aber beide Zwecke zugleich.

§. 149.

Die Zuleitungs-Graben der Baſſins treten nun theils ganz offen, theils durch hölzerne oder aus Quaderſteinen gemauerte Siele, die eine ganz gewöhnliche Einrichtung haben, und mit Schützen geſchloſſen werden, in den Kanal. Da unter die Zuleitungs-Baſſins aber weit mehrere, als die eigentlichen Speiſungs-Baſſins begriffen ſind, und auch dieſe nicht alles ihnen zufließende Waſſer faſſen können, ſo iſt der Zufluß zum Kanal im Frühjahr ungleich ſtärker, als der Bedarf der Schifffahrt, weßhalb man faſt gegenüber jeder Mündung eines Zuleitungs-Grabens eine Waſſerlöſe (Dechargeoir) angebracht findet, wodurch der äußerſt nachtheiligen fließenden Bewegung des Kanalwaſſers vorgebeugt, aber offenbar auch zu vielen Verſchlemmungen an den Zufluß-Orten Anlaß gegeben wird.

Aller dieſer Anſtalten unerachtet, leidet der Kanal, wie oben bemerkt iſt, zur trocknen Jahreszeit den größten Waſſermangel, ſo daß die Schifffahrt im Juli oder Auguſt, nachdem alle Baſſins völlig geleert ſind, eingeſtellt werden muß, und dann erſt im October oder November, nachdem die Baſſins ſich durchs Regenwaſſer wieder zum Theil gefüllt haben, den Anfang nehmen kann. Die Urſache dieſes Waſſermangels ſcheint theils in der zu geringen Größe und Tiefe der Baſſins, theils in der Anlage der Schleuſen zu liegen: denn offenbar könnte alles im Frühjahr frei abfließende Waſſer zur Schifffahrt benutzt werden, wenn die Baſſins groß genug wären, um es zu faſſen. Auf der andern Seite ließe ſich aber auch der Bedarf der Schifffahrt ſehr verringern, wenn alle Schleuſen gleich groß, und alle einfach angelegt wären.

§. 150.

Sind die Schleuſen im Kanal alle von gleicher Größe, ſo iſt daſſelbe Waſſer, womit ein Schiff die oberſte Schleuſe paſſirt, zum Durchſchleuſen durch alle übrigen hinreichend, und bloß der durch Filtration u. ſ. w. entſtehende Waſſerverluſt muß unterhalb dem Vertheilungspuncte, durch beſondere hier anzubringende Zuflüſſe, erſetzt

werden. Beim Kanal de Briare ſind aber die beiden, zunächſt am Vertheilungspunct gelegenen Schleuſen (ecluse de Gazonne und ecluse de Rondeau), auf 6 Schiffe, alle übrigen dagegen nur auf ein Schiff eingerichtet; offenbar muß daher für jedes Schiff, wenn es nach dem Vertheilungs-Puncte herauf ſteigt, und wenn es von demſelben herabgeht, eine ſolche große Schleuſenkammer mit Waſſer gefüllt, und wieder abgelaſſen werden; ungefähr ein Sechstheil davon dient zum weitern Durchſchleuſen, und fünf Sechstheil fließen durch die Dechargeoirs ungenutzt ab. Die zwiſchen Rogny und dem Vertheilungspuncte gelegene große Schleuſe (ecluse de Rondeau) ſoll zwar zur Zeit des Waſſermangels nicht gebraucht werden, ſondern das Waſſer im Kanal und den daran liegenden Seeen alsdann ſo niedrig ſtehen, daß der Vertheilungs-Punct ſich bis zu den Schleuſen von Rogny ausdehnt. Im Frühjahr 1804, hatte die in Rede ſtehende Schleuſe von Rondeau aber beinahe 5 Fuß Gefälle, und verurſachte alſo einen entſetzlich großen Waſſerverluſt, den die auf der andern Seite des Vertheilungs-Punctes gelegene, in der Kanalkarte gleichfalls mit No. 1. bezeichnete eben ſo große Schleuſe, auch, ſogar bei der trocknen Jahreszeit, erzeugt.

§. 151.

Eben ſo Waſſer verſchwendend, als die verſchiedene Größe, iſt auch das Aneinanderhängen mehrerer Schleuſenkammern. Sind z. B. wie bei No. 9 bis 12, vier Schleuſenkammern ſo mit einander verbunden, daß die Unterthore der einen, die Oberthore der andern ausmachen, ſo müſſen die Kammern, wenn ein Schiff von unten herauffahren will, alle gefüllt ſtehen; durch das Herauffahren wird dann das Waſſer aus der vierten oder unterſten Kammer ganz abgelaſſen, das Waſſer aus der 3ten tritt in die 4te, aus der 2ten in die 3te, aus der 1ſten in die 2te, und die erſte Kammer wird mit neuem Waſſer angefüllt. Der Verbrauch iſt alſo eine Schleuſenkammer voll, und alle Kammern bleiben gefüllt; kommt darauf ein zweites Schiff, das gleichfalls von unten heraufſchleuſet, ſo wird wieder nur die Waſſermenge einer Kammer conſumirt; ſoll nun aber ein Schiff von oben heruntergeſchleuſet werden, ſo müſſen alle dieſe Kammern abgelaſſen werden, und die Conſumtion beträgt die Waſſermaſſe von allen vier Schleuſenkammern. So oft alſo ein herabſteigendes auf ein heraufgehendes Schiff folgt, ſo werden ſo viele Schleuſenkammern voll Waſſer verbraucht, als einfache Schleuſen mit einander verbunden ſind. Folgt dann auf die verbundenen Schleuſen gar eine einfache, ſo muß der größte Theil dieſes Waſſers ganz frei abgelaſſen, und zu den nächſtfolgenden verbundenen Schleuſen wieder ein neuer vielfacher Zufluß von oben verſchafft werden. Unglücklicher Weiſe befinden ſich die ſieben vereinigten Schleuſen dicht am Vertheilungs-Puncte des

Kanals, wo es natürlich am meiſten an Waſſer fehlt. Es iſt alſo leicht abzuſehen, welche enorme Waſſerverſchwendung ſie bewirken. Bloß dem elenden Zuſtande der Loire-Schifffahrt muß man es zuſchreiben, daß noch nicht ernſthaft daran gedacht iſt, durch Verbeſſerung dieſer, bei Anlegung des Kanals begangenen Fehler, durch Vergrößerung der Baſſins, oder auf irgend eine andere Art, dem Waſſermangel des Kanals abzuhelfen, über welchen man dort noch laute Klagen führen hört.

Von den Schleuſen des Kanals von Briare.

§. 152.

Sämtliche Schleuſen dieſes Kanals haben beinahe alle eine gleiche Conſtruction, die durch den Grundriß Taf. XXIV, Fig. 221, deutlich gemacht wird. Ihr Gefälle beträgt dabei 7 bis 13 Fuß. Die Mauern ſind von roh bearbeiteten Bruchſteinen, und an den Außenſeiten theils ganz von geſchnittenen Quaderſteinen aufgeführt, theils (wie der Taf. XXIV, Fig. 210. abgebildete Deich) mit Gurten von Quaderſteinen verſehen.

Die Drempel und Fallboden haben eine ganz eigne Form, die ſich nur aus der Zeichnung verſtehen, aber nicht gut beſchreiben läßt; ſie iſt Taf. XXIV, Fig. 222 im Grundriß zur Hälfte, Fig. 233 im Durchſchnitt nach der Länge der Schleuſe, und Fig. 232, in der Anſicht von der Schleuſenkammer her, abgebildet. Der unten mit II bezeichnete Theil des Fallbodens iſt, wie bei den Schleuſen am Kanal von St. Quentin, concav gerundet, der obere Theil EE bildet einen geradlinigten Winkel, deſſen hohle Seite der Schleuſenkammer zugekehrt, und der, nach der Breite der Schleuſe, nur aus zwei Steinſtücken, jedes von 8 bis 9 Fuß Länge, zuſammengeſetzt iſt.

Oben vor dem ſteinernen Drempel ee, liegt eine hölzerne Anſchlag-Schwelle aa, die wahrſcheinlich das Zerſpringen der Steine, beim Anſchlagen der Thore, verhüten ſoll *). Der ganze Druck des Waſſers gegen die Thore wirkt bei dieſer Einrichtung unmittelbar, als Seitendruck, gegen die Schleuſenmauern, oder mit andern Worten, der Widerſtand, den der Drempel dem Waſſerdruck und den an ihn gepreßten Thoren entgegenſetzt, beruht bloß auf der Gegeneinander-Stemmung der Thore und der Steine, die hier den Drempel bilden, und welche mit deſto größerer Gewalt an die Schleuſenmauern angedrückt werden, je ſtumpfwinklichter der Drempel iſt; ebendaher ſind die Mauern auch an den Thoren durch dicke Strebepfeiler verſtärkt. Bei den vereinigten Schleuſen haben die Fallboden, wenn eine Kammerſchleuſe gefüllt und die folgende leer iſt, offenbar die doppelte Fallhöhe, alſo hier oft über 20 Fuß Waſſerdruck zu halten; weßhalb ſie äußerſt

*) Man vergleiche Abſchnitt IV, §. 42.

ſolide gebauet werden müſſen. Dieſer Umſtand, der oben §. 151 angegebene Waſſerverluſt bei den vereinigten Schleuſen, und der große Zeitverluſt, für die ſich begegnenden Gefäße, wovon jedes warten muß, bis das andere alle vereinigten Kammern der ganzen Schleuſe paſſirt hat, haben es jetzt in Frankreich zum Grundſatz gemacht, nirgends mehr verbundene Schleuſen zu bauen *), obgleich man wohl geſtehen muß, daß nicht ſo leicht eine Kanal-Anlage einen ſo angenehmen und dabei wirklich majeſtätiſchen Anblick gewährt, als z. B. die ſieben vereinigten Schleuſen von Rogny, von deren oberſten man auf das Gewäſſer, in welchem man ſich ſo eben befand, oder in welches man mit dem Schiff herabfahren will, wie in einen tiefen Abgrund herabſieht.

§. 153.

Die Schleuſenthore haben am Kanal von Briare eben die Bauart, als am Loing-Kanal; nämlich ſehr hohe Anſchlag- und Dreh-Pfoſten, große Gegengewichtsbalken, mehrere übergeblattete Strebebänder, und eine verticale Breterbekleidung, deren Fugen, bei einigen Thoren, noch mit Latten beſchlagen ſind. In den Thoren ſind aber keine Schützen angebracht, und die Anſchlagpfoſten ſind hier, wie Fig. 222 zeigt, ſo gearbeitet, daß ſie einander nur mit einer ſehr kleinen Fläche berühren, wodurch das Oefnen derſelben etwas leichter wird, als beim Loing-Kanal. Der Winkel, unter welchem die Thore zuſammenſchlagen, beträgt hier 145 bis 155 Grade.

Was die Anſchlagpfoſten der Thore anbetrifft, ſo ſind ſie, auf eine eigne, aber ſicher nicht empfehlungswerthe Art, nach Taf. XXIV, Fig. 222 geformt; ſie ſind nämlich nicht abgerundet, ſondern mit einer ſtumpfen Ecke verſehen, die an eine eben ſolche Ecke der Steine b anſchlägt. Statt der Halsbänder, ſind dabei, an den Thoren ſowohl als in der Mauer, eiſerne Oehſen angebracht, durch welche man einen eiſernen 1¾ Zoll dicken Bolzen ſteckt, um den ſich das Thor dreht, wie dieß die Anſicht Taf. XXIV, Fig. 225, in welcher das Thor geöfnet und an die Mauer gelehnt, gedacht iſt, deutlicher machen wird. Die Reibung, die bei den Halsbändern ſtatt findet, wird auf dieſe Art freilich ſehr vermindert; man ſieht aber auch leicht, daß die eiſernen Oehſen dabei den ganzen Seitendruck der Thore auszuhalten haben. Eine große Menge derſelben war daher wirklich zerſprungen, und durch interemiſtiſche, an dem Drehpfoſten angebrachte Oehſen, und oben auf den Mauern befeſtigte eiſerne Angeln, erſetzt, wie dieß die Anſicht Taf. XXIV, Fig. 227 und der Grundriß dieſer Vorrichtung in Fig. 226, näher nachweiſen. Auch hierbei iſt aber die eiſerne Angel vieler Gefahr ausgeſetzt, die bloß dadurch etwas

*) Daß der Kanal du Centre und der Kanal von St. Quentin keine verbundenen Schleuſen erhalten, iſt oben bereits angeführt.

vermindert wird, daß die Angel in einer dem Seitendruck des Thores gerade entgegengeſetzten Richtung Widerſtand leiſtet, da hingegen die Oehſen mehr ſeitwärts gedrückt werden.

§. 154.

Zum Füllen und Ablaſſen der Schleuſenkammer dienen die im Grundriß Fig. 221 durch punctirte Linien angedeuteten, in den Seitenmauern angebrachten Kanäle, die $4\frac{1}{2}$ Fuß weit, und 6 Fuß hoch ſind, und deren obere Oefnung durch zwei Handſchützen verſchloſſen wird. Beim Oberhaupt ſind dieſe Schützen, am Anfange der Landflügel in $\alpha\alpha$, beim Unterhaupt aber, hinter einem Thorflügel, in $\beta\beta$ angebracht. Die Einrichtung der Schützen, und die Art, wie ſie, mittelſt einer Kurbel, deren Getriebe in die am Schützbret befeſtigte eiſerne Stange eingreift, aufgezogen werden, iſt aus dem Grundriß Taf. XXIV, Fig. 231, und dem Durchſchnitt Fig. 230 zu erſehen. Im Grundriß Fig. 231 zeigen die punctirten Linien den Zug des Mauer-Kanals an, der gewölbt und in Fig. 230, mit CC bezeichnet iſt. Vor der Einmündung des Kanals, in dem hinter den Unterthoren angebrachten Einſchnitt der Mauer, ſtehen die beiden Seitenpfoſten bb, und ein Mittelpfoſten c; alle drei ſind nach der Mauerſeite gepfalzt, und in dieſem Pfalz bewegen ſich die Schützbreter ii auf und nieder. An jedem Schützbret iſt zu dem Ende die eiſerne oben gezahnte Stange ee feſt, und in dieſe greift oben ein an der Kurbel dd angebrachtes Getriebe. aa ſind ein Paar Bohlenſtücke, an die die Schützbreter oben über dem Kanal cc anſchlagen, weil ihre unmittelbare Berührung mit den Steinen nicht waſſerdicht ſeyn würde.

Bei allen dieſen Füllungs-Kanälen findet man eine verticale, bis oben zur Schleuſenmauer herausgehende Oefnung von 3 Zoll Weite angebracht, die in Fig. 230 und 231 mit h bezeichnet iſt, und durch welche die äußere Luft von oben, mit großer Gewalt, in den Kanal tritt, während das Waſſer unten durch den Kanal durchſtrömt. Es ſcheint, als wenn die Adhäſion des Waſſers an der Luft und das Zerſtäuben des durch die Schütze in den Kanal heftig eintretenden Waſſers, welches die Oberfläche des Waſſers ſehr vermehrt, Urſache dieſes ſonderbaren Phänomens ſey. Daß die Luft aber durch dergleichen Oefnungen nicht, wie ein berühmter Schriftſteller anführt, ausſtröme, ſondern wirklich von oben in den Kanal eindringe, zeigt ſich ſehr deutlich, wenn man die Hand auf jene Oefnung legt, und ſie dann, beſonders im Anfange des Durchfließens, eben ſo feſt angedrückt fühlen muß, als wenn man ſie über ein luftleer gepumptes Gefäß gelegt hätte. Bei der Größe der Füllungs-Kanäle geht das Füllen ſelbſt offenbar äußerſt ſchnell von ſtatten, ſo daß der ganze Aufenthalt bei einer einfachen Schleuſe hier in der Regel nur 5 bis 6 Minuten dauert.

§. 155.

Die beiden zunächſt am Vertheilungs-Puncte gelegenen Schleuſen ſind 48 Fuß breit, und 40 Toiſen lang; ſie haben die im Grundriß Taf. XXV, Fig. 234 geſchilderte Einrichtung. Beſondere bei a a und b b angebrachte Grießwerke dienen zum Füllen und Leeren dieſer Schleuſen, die ganz von Quaderſteinen gebauet, und in der Conſtruction der Drempel, Fallboden und Schleuſenthore, den vorigen Schleuſen ähnlich ſind. Bloß die Drehpfoſten der Thore ſind hier abgerundet, ſtatt der Halsbänder aber auch eben ſolche eiſerne Oehſen, als bei jenen Schleuſen, angebracht, nur mit dem Unterſchiede, daß ſie hier nur in einer Vertiefung der Steine befindlich ſind, und daß der Bolzen durch einen beſondern kleinen, in allen Anſchlagſteinen über der Oehſe angebrachten Einſchnitt, von oben hineingeſteckt oder herausgezogen werden kann, wie die Anſicht Taf. XXIV, Fig. 228, und der Grundriß Fig. 229 dieß deutlicher zeigen werden. Man ſieht leicht, daß der nachtheilige Seitendruck auf die eiſerne Oehſe, hierdurch zwar ſehr vermindert, aber doch nicht ganz aufgehoben wird.

Bei einer Schleuſe in der Gegend von Ouzouer, ſoll man die von Belidor vorgeſchlagene Methode, Seitenbaſſins zur Erſparung der Waſſerconſumtion anzulegen, haben verſuchen wollen, jetzt ſieht man aber nur Spuren von der angefangenen Abänderung der Schleuſe, die nicht zu Stande gekommen iſt.

§. 156.

Beſonders merkwürdig iſt noch die Schleuſe in Briare ſelbſt, die Taf. XXV, Fig. 236 nach kleinerem Maaßſtabe im Grundriß und Fig. 237 in der Anſicht vom Unterwaſſer her, dargeſtellt iſt. Oberhalb dieſer Schleuſe iſt der Kanal, ziemlich hoch über das Terrain erhoben, zwiſchen zwei Deichen geführt, an deren Fuß, auf jeder Seite, ein anſehnlicher Parallel-Graben, oder vielmehr ein Kanal fließt, der wilde Gewäſſer abführt; das Niveau dieſer Gewäſſer iſt viel niedriger, als das des Kanals; hätte man ſie daher, ganz vom Kanal geſchieden, bis in die Loire leiten wollen, ſo würde dieß eine Menge koſtbarer Deiche, und wenigſtens einen großen Abzug unter dem Kanal erfordert haben, wahrſcheinlich in dieſer Hinſicht, beſchloß daher der Erbauer des Kanals, jene wilden Waſſer durch den Kanal ſelbſt abzuführen; der Waſſerſpiegel deſſelben mußte nun aber durch eine Schleuſe geſenkt, und das Unterwaſſer mit den Kanälen verbunden werden. Die Landſtraße von Briare nach Orleans forderte außerdem eine Brücke, über den Kanal ſowohl als über die Seitengraben; alle dieſe Anlagen vereinigte man glücklich in dem in Rede ſtehenden Gebäude. Man ſieht nämlich aus der angeführten Zeichnung, daß die Schleuſenmauern ganz freiſtehend zwiſchen dem Kanal und den Parallel-Gräben auf-

geführt, und als Mittelpfeiler der Brücke benutzt ſind, ſo daß man nicht weiß, ob man dieß Gebäude Brücke oder Schleuſe nennen ſoll. A A in Fig. 236 iſt der Kanal oder das Oberwaſſer der Schleuſe; B B iſt das gemeinſchaftliche Unterwaſſer; c c, c c ſind die beiden Seitengraben, die mit dem Unterwaſſer gleich hoch ſtehen, und durch die Deiche d d, d d vom Oberwaſſer A A geſchieden werden; b b ſind die Seitenmauern der Schleuſenkammer, die, wenn die Kammer gefüllt iſt, das darin befindliche Waſſer von dem Unterwaſſer in C abſondern. In Fig. 237 ſieht man bei a a die vor der Brücke vorſtehenden Ecken der Schleuſenmauer: ich muß hier aber bemerken, daß in Fig. 237, durch ein Verſehen des Zeichners, die Conſtruction der Schleuſenthore unrichtig, und der Waſſerſtand zu hoch angegeben iſt.

Von den Brücken und übrigen Anlagen, am Kanal von Briare.

§. 157.

Es gehen über dieſen Kanal ſehr viele ſteinerne Brücken, die, wie über den Loing-Kanal, theils nach einem gedrückten, theils nach einem einfachen flachen Zirkelbogen gewölbt, und zwar, theils für ſich, theils auf den Ober- oder Unter-Häuptern der Schleuſen angebracht ſind. Außerdem findet man noch viele kleine Drehbrücken über dem Kanal, die um einen Zapfen beweglich, und nur von Fußgängern zu paſſiren ſind: ſie beſtehen gewöhnlich aus zwei Balken, die in der Mitte ihrer Länge durch einen ſtarken Riegel verbunden ſind. Die eine Hälfte derſelben iſt bebohlt, am andern Ende iſt aber, auf jedem Balken, ein Gegengewicht befeſtiget, und in dem Mittelriegel befindet ſich die Pfanne, um welche die Brücke auf einem ſtählernen Zapfen läuft. Es bedarf dabei nur noch ein Paar Bohlwerke, oder Stirnmauern, auf deren einer das bebohlte Ende der Brücke liegt, wenn ſie zum Herübergehen geſtellt, d. h. wenn die Paſſage auf dem Kanal gehemmt iſt; auf der andern Mauer befindet ſich dann ein kleiner runder Kreis, von Holz, Steinen oder Eiſen, und in der Mitte deſſelben der Drehzapfen. Der Gebrauch der Drehbrücken iſt zu bekannt, als daß dieſe Art derſelben einer beſondern Erklärung durch Zeichnungen bedürfte. Einfacher und daher vorzüglicher ſcheinen die gleichfalls hier an verſchiedenen Orten angebrachten kleinen Zugbrücken, mit einer Zugruthe, die aber auch nur für Fußgänger beſtimmt ſind. Taf. XXV, Fig. 245 iſt der Grundriß, Fig. 243 die Seitenanſicht bei herabgelaſſener, und Fig. 244 die Queranſicht bei aufgezogener Brücke. Eine aus zwei Balken beſtehende und mit Bohlenbelag verſehene, 4 Fuß breite Brückenklappe a b b a, iſt dabei um ein Paar eiſerne Zapfen a a

beweglich, und ruhet, wenn die Brücke zur Landpaſſage offen iſt, mit dem Vorderende auf der Stirnmauer B. Neben dem Zapfen a, ſtehen auf der Stirnmauer A ein Paar Pfoſten x x, die durch Schwellen, Streben und einen Riegel, der oben von einem Pfoſten zum andern geht, in ihrer verticalen Stellung erhalten werden. Ueber dem Riegel iſt ein ſtarker eiſerner Bolzen durch beide Pfoſten durchgeſteckt, und um dieſen läßt ſich die Zugruthe d c e drehen. Das eine Ende derſelben, e, iſt mit einem Gegengewicht belaſtet, am andern Ende d hängt aber die Brückenklappe, und zwar, wie Fig. 244 zeigt, mittelſt zweier Ketten g b, g b, die an dem untern Ende des eiſernen Dreiecks g k g befeſtiget ſind, während deſſen oberſte Ecke k durch eine andere ſtarke Kette mit der Zugruthe verbunden iſt. Der Gebrauch der Brücke und die leichte ſchnelle Art ſie zu öfnen, bedürfen keiner Erklärung.

§. 158.

Was die Siele oder Zuleitungs-Schleuſen des Kanals anbetrifft, ſo iſt ihrer im Vorigen oft genug gedacht, ihre Bauart an ſich iſt aber überdieß auch nicht merkwürdig; dagegen verdienen die verſchiedenen Arten Waſſerlöſe des Kanals von Briare näher beſchrieben zu werden. Die meiſten dieſer Waſſerlöſen (Dechargeoirs) ſind bloß Erniedrigungen des Kanaldeichs, ſo daß das überflüſſige Kanalwaſſer, ſtatt durch eine Art Freiſchleuſe abzufließen, geradezu über den Deich fließt, der bloß zur Verhütung der Ausſpülung bisweilen mit Steinen belegt iſt. Taf. XXV, Fig. 241, zeigt das Quer-Profil, und Fig. 242 die Längenanſicht einer Waſſerlöſe der Art, über welche eine ordentliche hölzerne Brücke für die Treidelpferde angebracht iſt; häufiger als mit Brücken findet man die Ueberfälle bloß mit ſteinernen Pfeilern beſetzt, die 4 bis 7 Fuß auseinander ſtehen, und über deren Zwiſchenräume man Steinplatten von eben der Länge, und 2 oder 3 Fuß Breite, gelegt hat; dieſe Platten dienen aber nur zum Herübergehen der Menſchen, und die Treidelpferde müſſen dabei dann auf dem niedrigen Deich ſelbſt gehen, alſo durchs Waſſer waten. Viele Waſſerlöſen haben, wie die Deutſchen Wehre, einen ordentlichen bebohlten Vorheerd, und flachgeneigten gleichfalls bebohlten Abſchußboden; auch bei dieſen fehlt es an Brücken für die Treidelpferde, welche man dann, freilich immer mit einiger Gefahr, über den ſchrägen Abſchußboden gehen läßt. Die Conſtruction dieſer Waſſerlöſen, die, beſonders wo Flüſſe den Kanal kreuzen, 20 bis 30 Toiſen lang ſind, und 20 bis 30 Oefnungen zwiſchen eben ſo vielen Pfeilern haben, iſt ſo wenig lehrreich, als empfehlungswerth: Waſſerlöſen mit Grundſchützen, die unbedenklich die vorzüglichſten von allen jetzt bekannten Arten ſind, vermißt man auf dem Kanal von Briare faſt ganz; bloß nahe bei ſeiner Einmündung in die Loire, befindet ſich eine ſehr hübſche neu gebaute Waſſerlöſe oder Freiſchleuſe, der wir den nächſten §. widmen.

§. 159.

Von der Freiſchleuſe, die das überflüſſige bei der vorletzten Schleuſe des Kanals herabkommende Waſſer in die Loire führt, iſt auf Taf. XXV, Fig. 240 ein Grundriß, Fig. 238 eine Queranſicht von unterhalb, und Fig. 239 ein Profil nach der Länge des Fluſſes dargeſtellt. Das ganze Gebäude iſt aus Quaderſteinen aufgeführt, und hat fünf Oefnungen, jede von $6\frac{1}{2}$ Fuß Weite im Lichten; zwiſchen dieſen ſtehen vier ſteinerne Mittelpfeiler, aa, über welchen die fünf Stein-Platten bbbbb eine bequeme Brücke für Fußgänger bilden. Oberhalb dieſer Brücke befinden ſich, in den vier Mittelpfeilern, und in den beiden Stirnmauern cc, vier Zoll breite Einſchnitte, in die man Planken, dicht auf einander, horizontal hineinlegt, und dadurch das Waſſer zu einer beliebigen Höhe anſpannt. Steigt es höher, ſo ſtürzt es über dieſe Planken auf den erſten Abſatz des Wehrs, der zwiſchen je zwei Pfeilern aa verkehrt gewölbt iſt; hier verliert es den größten Theil ſeiner durch den Ueberſturz erlangten Kraft, und fällt dann, ſehr geſchwächt, von dieſem Abſatz, auf den eigentlichen ſchrägen Abſchußboden xx, von wo es, ohne weiter gegen die Ufer oder gegen den Boden eine große Gewalt auszuüben, ruhig abfließt. Ueber die mit Planken verſetzten Einſchnitte der Pfeiler hat man oben, von einem Pfeiler zum andern, ſtarke eiſerne Schienen gelegt, und an jeder zwei vertical ſtehende, unten mit Gabeln verſehene Stangen befeſtiget, durch welche die Planken umfaßt und herabgedrückt werden, ſo wie ſie auch mit Hülfe der Gabeln, bei zu ſtarkem Waſſerzufluß aufgenommen werden können. Der Sicherheit wegen ſind dieſe Schienen, woran die Gabeln feſt ſitzen, wie Ueberwürfe geformt, und werden durch Vorlegeſchlöſſer an die auf den Mittelpfeilern angebrachten Oehſen angeſchloſſen. Die Ufer des Grabens, der das Waſſer von dieſem Ueberfall abführt, ſind $1\frac{1}{4}$ füßig doſſirt, und, wie die oben beſchriebenen Deiche an den Schleuſen des Loing-Kanals, mit roh bearbeiteten Bruchſteinen belegt, und mit regulären Gurten verſehen. Durch den in Rede ſtehenden Graben fließt das Waſſer unmittelbar in die Loire.

Bei den andern Waſſerlöſen des Kanals ſind theils beſondere Graben angebracht, die das überſtürzende Waſſer in das mit dem Kanal faſt allenthalben parallel gehende Flußthal führen, theils läßt man es auch unmittelbar über das flache Terrain, auf der Erde, zwiſchen dem Graſe durch, in den Fluß herabfließen.

Von der Mündung des Kanals in die Loire.

§. 160.

Taf. XXV, Fig. 235 iſt eine kleine Specialkarte dieſer Mündung. In l ſieht man auf derſelben die oben §. 156 beſchriebene Schleuſe und Brücke dicht bei Briare, unter-

halb fließt der Kanal nun, mit den hier aufgenommenen wilden Gewäſſern, in einem ſehr breiten Bette, nach der im vorhergehenden §. näher beſchriebenen maſſiven Frei-ſchleuſe b, deren Waſſer durch den Graben b c in die Loire fällt. In m n, wo beſonders viele mit Wein beladene Gefäße anlegen, iſt das Kanal-Ufer mit der mehrmals erwähnten Steindoſſirung aus rohen Bruchſteinen verſehen, welche Doſſirung den Gefäßen hier, wie eine Kay, zum Anlande-Platz dient. Weiter unterhalb fiel der Kanal ſonſt durch die Schleuſe e, und den Kanal e u, bei a, in die Loire.

Dieſe Mündung verſandete aber bald ſo ſehr, daß kein Gefäß ſie paſſiren konnte, wodurch man veranlaßt wurde, den Kanal-Arm e u zuzudämmen, die Schleuſe e größtentheils wegzubrechen, und den neuen Arm a h i zu graben, der nun, unter einem beinahe rechten Winkel, in die Loire tritt. Dieſer Arm wird überdieß durch einen hohen, mit Bruchſtein-Doſſirung verſehenen Erddamm i i geſchützt, und ſoll auch wirklich nicht verſanden; allein er iſt bei hohem Waſſer der Loire, bei welchem dieſe eine ſehr große Geſchwindigkeit hat, für die Kanalgefäße, die nicht genau hineinſteuern können, faſt unzugänglich. Nachher iſt endlich die dritte Mündung g f d k gegraben, und die Schleuſe d, gerade wie die übrigen Kanalſchleuſen, gebauet. Die neueſte oder dritte Mündung iſt nun freilich, bei hohem Waſſer, ohne Gefahr zugänglich, indem die Gefäße leicht, in der Gegend von k, wo das Ufer mit Bruchſteinen doſſirt iſt, anlegen und ſich dann in den Kanal ziehen laſſen können: allein auch dieſe Mündung verſandet ſo ſehr, daß man ſich genöthiget geſehen hat, im Jahr 1803 den mit v o p q r s bezeichneten Damm zu ſchütten, um dadurch die Verſandung bei u o p k zu verhüten. Dieſer Deich iſt, von v bis q, auf der Kanalſeite 1½füßig, auf der Stromſeite einfüßig doſſirt, und mit Steinen belegt, vorne bei q p s hat er dreifüßige, am Kopf bei s vierfüßige Doſſirung, iſt 15 Fuß in der Krone breit, und auf beiden Seiten mit irregulären Bruchſteinen (ohne Gurten) etwa 10 Zoll dick gepflaſtert, aber faſt bloß aus Stromſand aufgeſchüttet. Ob dieſer Deich ſtark genug ſey, um dem Strom und auch dem hier freilich nur ſchwachen Eisgange Widerſtand zu leiſten, läßt ſich ſchwer beſtimmen, am wenigſten ohne genaue Localkenntniß; ſehr wahrſcheinlich iſt es aber, daß er ſeinen Zweck, die Verſandung bei k zu verhüten, nicht ganz erreichen werde, ſo wie er ihn auch bis jetzt ſchon verfehlt haben ſoll. Freilich war er im Frühjahr 1804 noch zu neu, um über ſeinen Effect beſtimmt urtheilen zu können, allein es iſt nicht abzuſehen, wie er, da er den Stromzug mehr vom Ufer entfernt, in r und k Tiefe erzeugen ſollte. Für die Schiffahrt iſt indeſſen jetzt durch die doppelte Mündung, deren eine a i bei niedrigem, die andere a g d k bei hohem Waſſerſtande gebraucht wird, ziemlich geſorgt.

§. 161.

Durch den Kanal von Briare gehen jetzt beſonders Wein und andere Producte aus der Bourgogne, oder überhaupt aus den obern Loire-Gegenden, nach den nördlichen Provinzen von Frankreich, und dadurch ſowohl, als durch das Holz aus den Wäldern bei Chatillon, wird die Schifffahrt, des Waſſermangels in der trockenſten Jahreszeit unerachtet, ſo frequent, daß man jährlich 700 bis 900 Gefäße rechnet, die den Kanal paſſiren. Die Schifffahrt von Briare, weiter nach der Loire herauf, iſt aber, wegen der Steinriffe, und wegen des rapiden Laufes dieſes Fluſſes, höchſt beſchwerlich, wie man dieß ſchon aus dem Gefälle, das auf 3000 Toiſen Länge 1 Toiſe beträgt, und aus dem Umſtande abnehmen kann, daß die von Orleans nach Briare, oder von Briare weiter nach der Bourgogne heraufgehenden Gefäße, von 10 bis 12 Menſchen getreidelt werden müſſen, und dann doch nur täglich eine Meile weiter kommen.

Vom Kanal von Orleans.

§. 162.

Die mit der Schifffahrt von Nantes und Orleans nach Briare verbundene Beſchwerde, der Waſſermangel in der Loire, und im Kanal von Briare, und der Wunſch des Herzogs von Orleans, das Holz aus den großen Wäldern bei Orleans vortheilhaft nach Paris abſetzen zu können, gaben zur Ziehung dieſes Kanals Veranlaſſung. Er wurde 1682 angefangen, und 1692 vollendet, und blieb ein Eigenthum der Herzoge von Orleans, bis er endlich, bei der Hinrichtung des letzten Herzogs, der Nation zufiel. Seine ganze Länge beträgt 37610 Toiſen; auf dieſer Länge ſteigt er, durch eilf einfache Schleuſen, 92 Fuß von der Loire in die Höhe, und fällt dann, durch 16 gleichfalls einfache Schleuſen, 129 Fuß nach dem Loing-Kanal herab, wie die Karte Taf. XXIII ausweiſet. Vergleicht man dieß mit der Angabe vom Gefälle des Kanals von Briare, ſo ergibt ſich für die Loire, von Briare bis zur Mündung des Kanals von Orleans, alſo auf $9\frac{1}{2}$ geographiſche Meilen Länge, ein Gefälle von ungefähr achtzig Pariſer Fuß.

Der ganze Kanal hat mit dem Kanal von Briare ſehr viele Aehnlichkeit; die Schleuſen ſind eben ſo gebauet als bei jenem, haben 15 bis 20 Toiſen Länge, 5 bis 12 Fuß Gefälle, und alle wenigſtens 13 Fuß Breite. Breite und Tiefe des Kanals ſind dieſelben, auch in Hinſicht auf die Art der Speiſung durch Regenwaſſer, das in Baſſins geſammlet wird, kommt der Kanal von Orleans mit dem Kanal von Briare ganz überein. Die Karte deſſelben zeigt, wie man mehrere Gewäſſer, die nach dem Loing herab ihren Abfluß hatten, zu Baſſins abdämmte, und ſie dann durch die große Speiſungs-Rigole

in den Kanal zu fließen nöthigte. Dieſe Rigole ſoll, auf ihrer ganzen Länge von 16100 Toiſen, nur vier Fuß Fall haben. Die Rigole ſowohl als der Kanal, verfielen im Anfange des vorigen Jahrhunderts gänzlich, bis ſie der Herzog von Orleans, bei Gelegenheit der Anlegung des Loing-Kanals, Anno 1724, durch Regemortes wieder völlig herſtellen ließ. Seitdem iſt die Schifffahrt auf dem Kanal im Gange, aber nicht ſo lebhaft als auf dem Kanal von Briare, theils weil von Orleans nicht ſo viele Producte nach Paris verſchifft werden, als aus den obern Loire-Gegenden, zum Theil auch, weil der Kanal noch öftern Waſſermangel leidet, als der vorige, welches ſich auch ſchon daraus vermuthen läßt, daß er keinen natürlichen Zufluß (wie jener von der Rigole de St. Privé) und auch viel kleinere Speiſungs-Baſſins hat.

Was die Nichtübereinſtimmung des hier Geſagten mit Herrn de la Lande's Angaben anbetrifft, ſo muß ich mich auf die Note zum §. 147 wiederholt beziehen.

Neunter Abſchnitt

der hydrotechniſchen Reiſe-Bemerkungen.

Reiſe von Orleans nach Straßburg.

§. 163.

Die Loire iſt bekanntlich der einzige große Fluß in Frankreich, der, wie die meiſten Flüſſe in Deutſchland und Italien, von Deichen (Levées) eingeſchloſſen wird. Es wird vielleicht nicht gemißbilliget werden, wenn ich hier Einiges über dieſe Eindeichung anführe, theils was ich ſelbſt zu ſehen Gelegenheit gehabt, theils was ich von Herrn Bouchet, dem Ingenieur en chef des Loiret-Departements, einem eben ſo berühmten und gelehrten als zuverläſſigen Manne, darüber erfahren.

Die Loire-Deiche fangen bald unterhalb Briare an, und ſollen bis Nantes herabgehen, ſie dienen zur Abhaltung des hohen Flußwaſſers von den am Fluß gelegenen niedrigen Ländereien, denen das Uebertreten dieſes Waſſers um ſo nachtheiliger werden muß, da die Loire durch ſandige Gegenden mit großer Schnelligkeit fließt, und überhaupt, auf ihrer ganzen Länge, ſehr vielen Sand mitführt, den ſie bei Ueberſchwemmungen auf die Felder fallen läßt. An den meiſten Stellen haben jene Deiche 20 bis 30 Fuß Kronen-Breite, und eine einfüßige Doſſirung. Wo ſich vor dem Deich noch breites Vorland befindet, und dieſer alſo nicht eben großer Gefahr ausgeſetzt iſt, da belegt man ſeine Doſſirung bloß mit Raſen; an den Stellen aber, wo der Wellenſchlag und Eisgang die Deiche heftig angreift, und wo beſonders das Eis die Raſen bald beſchädigen könnte, da belegt man die Außenſeite der Deiche mit geſprengten Bruchſteinen, und bringt zwiſchen ihnen, von 12 zu 12 Fuß Entfernung, einen Gurt aus geſchnittenen oder wenigſtens etwas ebener bearbeiteten Steinen an; eine Bauart, die bei den Schleuſen am Loing-

Kanal, (im VII. Abſchnitt) beſchrieben iſt. Befindet ſich an den Stellen, wo der Strom das Ufer abbricht, und die Deiche beſchädiget, zwiſchen dem Strom (in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande) und dem Deichfuß, noch etwas Vorland, ſo gräbt man längs dem Deichfuß einen Graben ſo tief aus, als der Waſſerſtand es erlaubt, führt in ihm die Steindoſſirung wenigſtens ein Paar Fuß in die Erde herab, wie das Profil Taf. XXV, Fig. 249 bei a b zeigt, und ſchüttet den Graben a b c d dann wieder gut zu. Man beabſichtiget dabei, einige Sicherung des Deichfußes, auf den Fall, wenn der Strom auch das letzte Vorland wegbrechen ſollte. Fehlt dagegen ſchon wirklich alles Vorland, und befindet ſich die Stromtiefe dicht am Deich, ſo bringt man vor dem Deich, unter Waſſer, eine Steinſtürzung (à pierres perdues) an, indem man vor dem Deich ſo viele Steine mit Kähnen anfahren, und ins Waſſer werfen läßt, daß ſie unter Waſſer eine wenigſtens einfüßige Doſſirung bilden. Je größer die Gewalt, und je heftiger der Angriff des Stromes an dieſer Stelle iſt, deſto größerer Steinblöcke bedient man ſich dabei. Ueber Waſſer wird der Deich dann mit einer gewöhnlichen Steindoſſirung belegt, die ſich unten an die Steinſtürzung lehnt. Letztere ſoll aber, bei dem ſandigen Boden der Loire, oft unterſpült werden, und nachſinken, in welchem Fall man dann von oben immer neue Steine aufſchüttet *). Alle dieſe Arbeiten werden ganz trocken, d. h. ohne Mörtel aufgeführt, und ſollen nach Herrn Bouchets Verſicherung dem Eisſtoße demunerachtet ſehr gut widerſtehen; welches indeſſen mehr die Schwäche des Eisganges, als die Stärke der Baue beweiſt. So viel von den Levées.

§. 164.

Unter digue verſteht man hier nicht Deiche, ſondern Buhnenwerke, die indeſſen nur ſelten gebauet werden; doch war jetzt gerade ein großes Werk der Art angelegt worden, um die Stromtiefe in der Fahrt unter der Brücke bei Orleans zu vermehren. Taf. XXV, Fig. 248, iſt der ungefähre Situations-Plan dieſer Gegend, AB die Loire-Brücke, a a a die tiefſte Stromrinne, die ſelbſt beim kleinen Waſſerſtande, wenn die Sandbänke alle trocken werden, voll Waſſer bleibt, und CDE endlich das angelegte Buhnenwerk, wovon Fig. 250 ein ungefähres Profil darſtellt. Es wurde beim kleinen Waſſerſtande auf den Sandplatten, alſo ganz im Trocknen, und zwar von rohen Bruchſteinen ohne Mörtel gebauet, und oben mit Quaderſteinen belegt. Zur Verhütung der Unterſpülung hat man vier Reihen ſtarke Pfähle, dicht neben einander, eingerammt, und mit angebolzten Riegeln zuſammen verbunden, wie das ungefähre Profil Fig. 250 ausweiſet. Schon vor mehreren Jahren ſoll der Theil CD, jedoch ohne jene Reihen

*) Gerade wie man es in Holland mit der bekannten Stein-Doſſirung am Helder macht.

Pfähle, erbauet ſeyn; als ſich aber darauf die Stromrinne ccc bildete, wurde ein Stück von CD, vom Eisgange fortgeriſſen, welches Stück jetzt in der beſchriebenen Art hergeſtellt, und bis E verlängert iſt. Es iſt wahrſcheinlich, daß dieſes Werk den Zweck der Vertiefung des Stroms aa wohl erreichen werde; nur ſcheint der Mangel einer Doſſirung auf der untern Seite leicht zu heftiger Ueberſtürzung und zu Unterſpülungen Veranlaſſung geben, und das Werk dadurch abermals weggeriſſen werden zu können.

§. 165.

Die größte hydrotechniſche Merkwürdigkeit dieſer Gegend iſt unbedenklich die vortreffliche Loire-Brücke, die wirklich ſelbſt die Brücke von Neuilly, nicht an Leichtigkeit, aber, beſonders aus der Ferne geſehen, an gefälligem Anſehen, das auf Ebenmaaß der Theile beruhet, übertrifft. Herr Perronet hat davon eine genaue Beſchreibung und eine vortreffliche Zeichnung mitgetheilt; jede gemeine Abbildung dieſer Brücke würde ſie nur entſtellen.

§. 166.

Bloß ganz nahe bei dieſer Brücke, iſt der Strom mit maſſiven Kays eingefaßt, weiterhin, ſowohl oberhalb als unterhalb der Brücke, hat er aber bloß zweifüßig doſſirte und mit Bruchſteinen und Quaderſtein-Gurten gepflaſterte Deiche, die ſein Ufer bilden. Der waſſerſeitige Rand der Deichkrone iſt dabei mit einer Reihe großer Quaderſteine belegt, die zugleich eine Art kleiner Bruſtwehre bilden, oder wenigſtens die Wagen vom Deichrande abhalten. Dieſe Steindoſſirungen, die ich durchgehends äußerſt eben und ſorgfältig unterhalten fand, dienen hier völlig wie Kays, und ſcheinen zum Anlegen der flachen Gefäße, ſo wie zum Ein- und Ausladen der Wein- und Oelfäſſer, (ein Paar Producte, die Hauptgegenſtände des hieſigen Handels ausmachen) vor den wirklichen Kays faſt noch den Vorzug zu verdienen. Die flachgebauten Gefäße können hier beſtändig nahe an der Doſſirung anlegen, und die Fäſſer werden dann, auf ein Paar Bretern, vom Gefäß auf die Deichdoſſirung und ſo auch die Doſſirung heraufgerollt, wobei man, nach Taf. XXV, Fig. 246, ein Paar Stricke abcd, mit ihrem einen Ende a oben auf dem Deich feſt macht, den Strick um das Faß D führt, und dann oben am andern Ende e zieht, wodurch das Faß mit geringer Mühe, und auch mit weit weniger Gefahr beſchädiget zu werden, heraufgezogen oder herabgelaſſen wird, als wenn man ſich ſtatt deſſen eines Krahns bedienen wollte. Man ſieht nämlich leicht, daß das Faß hier nicht auf der Steindoſſirung, ſondern auf den untergelegten Stricken, und alſo ſehr ſanft rollt; gh ſtellt in Fig. 246, die Breter vor, mittelſt welcher die Fäſſer aus dem Krahn auf den Deich gerollt werden. Zum Herabſteigen der Menſchen nach den Gefäßen, welches auf

der ſchrägen Doſſirung immer mit Gefahr verbunden ſeyn würde, ſind hier an vielen Stellen Treppen in der Doſſirung angebracht, oder es ſind vielmehr geſchnittene Quaderſteine, treppenförmig übereinander, in die Doſſirung gelegt.

§. 167.

Orleans kann, ſeiner Größe und Einwohner-Zahl nach, zu den erſten Provinzialſtädten Frankreichs gerechnet werden, iſt aber, bis auf die Königsſtraße und den Königs-Platz, ſehr ſchlecht gebauet. Die Fabriken, worunter ſich beſonders Filatorien und Zuckerſiedereien auszeichnen, ſo wie mehrere andere Merkwürdigkeiten dieſer Stadt, übergehen wir ganz, um wenigſtens mit ein Paar Worten der großen Cathedral-Kirche erwähnen zu können. Dieſe iſt ſicher eines der ſchönſten Denkmäler gothiſcher Baukunſt, und übertrifft ſelbſt den berühmten Münſter in Straßburg an Größe und Pracht, ob ſie gleich lange nicht ſo viele kleine Steinhauer-Arbeiten als der Münſter hat, und lange nicht mit ſo vielen Verzierungen überladen iſt. Sie iſt über 800 Fuß lang, 150 Fuß breit, und hat fünf Bogengänge, ſtatt deren der Straßburger Münſter, der Magdeburger Dom, und andere berühmte gothiſche Kirchen, bekanntlich nur drei haben. Taf. XXV, Fig. 247 zeigt ein ungefähres Profil dieſer Kirche. Sie ſoll, von verſchiedenen Architekten, nach und nach gebauet ſeyn, wodurch es ſich erklären läßt, daß ſie, bei einzelnen wahrſcheinlich zuletzt gebaueten Theilen, z. B. an den beiden Seiten-Eingängen, griechiſche Säulen und Frontons hat, die zu dem ganzen gothiſchen Gebäude ſonderbar abſtechen. Auf der Weſtſeite iſt die Cathedral-Kirche mit zwei ſehr hohen ſtumpfen Thürmen verſehen, die wahrſcheinlich auch nie, wie die meiſten andern ſtumpfen gothiſchen Thürme, dazu beſtimmt geweſen ſind, noch eine Pyramide zu tragen, wenigſtens ſcheinen die drei obern Etagen dazu gar zu leicht gebauet. Vorzüglich hat die ganz oberſte ein eigenes Anſehen, da ſie bloß aus einer im Kreiſe herumſtehenden Reihe außerordentlich ſchlanker Säulen beſteht, und außer dem ringförmigen Geſimſe dieſer Säulenreihe weder ſolide Mauern noch irgend eine Bedachung hat. In der Ferne wird man daher von der oberſten Etage des Thurms, nichts als das Geſimſe, und an jeder Seite, wo die dünnen Säulen alle zuſammen erſcheinen, eine nicht deutlich begränzte Unterſtützung gewahr, indem die mittleren dünnen Säulen ſich dem Auge ganz entziehen. Im Innern iſt die Kirche wenig verziert, aber durch ihre entſetzliche Größe, und durch die Menge ſchlanker gothiſcher Pfeiler, die beim Hereintritt in die Kirche wie ein Wald erſcheinen, ſehr imponirend: beſonders veranlaßte ein Umſtand, daß man ſie für noch größer hält, als ſie wirklich iſt; nämlich daß ſie, wie alle großen katholiſchen Kirchen, inwendig ganz leer und dabei ganz einförmig, mit ſchwarz und weißen Flieſen gepflaſtert iſt.

§. 168.

Von Orleans bis Paris trifft man durchweg eine ſehr ſchöne Stein-Chauſſee an, auf der man den ganzen Weg, von 18 Deutſchen Meilen, mit den gewöhnlichen Diligencen, in 16 Stunden zurücklegt; deſto ſchlechtere Chauſſeen bietet der Weg von Paris nach Straßburg hin und wieder dar. Wir erwähnen hier bloß einer noch neuen und ſehr guten Chauſſee bei Vitry, die in einer bedeutenden Länge auf einem hohen über Wieſen geſchütteten Damm geführt, und an jeder Seite mit einer 3 Fuß hohen, $2\frac{1}{2}$ Fuß dicken, an beiden Seiten ganz ſenkrechten Mauer, von auf einander gepackten Raſen, eingefaßt iſt. Man verſicherte mir, daß dieſe Raſen-Einfaſſung ein Jahr alt ſey; demunerachtet hatte ſie ſich bis dahin ganz vorzüglich gut und grün erhalten: bei Raſenwänden, die ganz ohne Seitendoſſirung aufgeſliehen werden, iſt dieß ein ſeltener Fall.

Unter den Städten, die man auf der Reiſe von Paris nach Straßburg paſſirt, führe ich bloß Nancy an, das an Zierlichkeit ganz ſicher noch Potsdamm und Verſailles übertrifft. Der Place royal und place d'Alliance in Nancy, möchten in Hinſicht auf reguläre, prachtvolle und doch nicht einförmige Bebauung wohl ſchwerlich ihres Gleichen finden.

§. 169.

Straßburg liegt eine kleine Viertel-Meile vom Rheine entfernt an der Iller, die in 7 Armen mitten durch die Stadt in den Rhein fließt. Außerdem geht noch ein Kanal, (Canal de François) aus den Gräben der nahe bei der Stadt liegenden Citadelle, nach dem Rhein: dieſer Kanal war ehemals ganz gerade, und auf dem kürzeſten Wege gezogen, verurſachte damals aber, ſo oft der Rhein anwuchs, heftige und zum Theil ſehr nachtheilige Anſchwellungen in den Feſtungs-Gräben. Um dieß zu verhüten, hat man den Kanal ſehr verlängert, ihm viele Serpentinen gegeben, und ihn viel weiter unterhalb in den Rhein treten laſſen; der Zweck, die Feſtungs-Gräben zu ſichern, iſt dadurch völlig erreicht, denn das Waſſer, das durch dieſen Kanal aus dem Rhein bis in die Gräben zurückſtauen ſoll, bedarf jetzt eines ſo großen Gefälles, daß wirklich heftige Anſchwellungen des Fluſſes ſich nicht nach der Citadelle fortpflanzen können.

§. 170.

Die Iller iſt oberhalb Straßburg durch mehrere Schleuſen ſchiffbar gemacht, welches aber nicht Kammer-, ſondern nur Stau-Schleuſen von einer ganz eignen Conſtruction ſind. Sie werden, ſtatt der Thore oder Schützen, durch horizontal über einander gelegte Balken geſchloſſen, die ſich auf einer Seite an eine Vorragung der Mauer, auf der andern aber an einen vertical ſtehenden, unten mit einem Charnier verſehenen Pfoſten an-

lehnen. Das obere Ende dieſes Pfoſtens wird durch einen hölzernen Riegel gehalten, zieht man dieſen weg, ſo ſchlägt der Pfoſten nieder, die Balken werden frei, treiben fort, und die Schiffe können, mit dem angeſpannt geweſenen, jetzt heftig durchſtürzenden Waſſer, durch die Schleuſe gehen.

Sobald dieß geſchehen, ſammlet man die Balken, richtet den zuvor erwähnten Pfoſten auf, legt die Balken wie vorher hinter denſelben, und ſpannt das Waſſer dadurch wieder an, um es zu ſtauen, und die folgenden Schiffe durchlaſſen zu können. Man ſieht aber leicht, wie beſchwerlich die Fahrt gegen den Strom bei dieſen ſo wie bei allen Stauſchleuſen ſeyn müſſe.

§. 171.

Beim Einfluß in die Stadt, fließt die Iller durch eine große maſſive Stauſchleuſe, mit dreizehn überwölbten Oefnungen, die ſämtlich durch vorgelegte horizontale Balken zugedämmt werden können. Der Zweck dieſer Anſtalt iſt, das Terrain rund um die Stadt bei einer zu beſorgenden Belagerung unter Waſſer zu ſetzen. Zur Zuſammenhaltung des Inundations-Waſſers, oder um ihm dabei den Ausweg nach jeder andern Seite zu hemmen, iſt in 300 Toiſen Entfernung vor der Stadt, ein Deich rund um dieſelbe geſchüttet. Behufs des Durchgehens der beladenen Schiffe durch die Stauſchleuſe iſt der mittelſte Bogen derſelben ſehr viel höher gebauet, als die anderen zwölf. Unterhalb dieſer Stauſchleuſe theilt ſich nun die Iller in die erwähnten 7 Arme.

Der erſte Arm dient zur Schiffahrt, und hat gleich bei ſeiner Entſtehung eine, mitten in der Stadt die zweite, und nahe am Rhein die dritte Kammerſchleuſe. Alle drei ſind zur Aufnahme zwei kleiner Gefäße eingerichtet, und ganz von Quaderſteinen erbauet; ihre Stemm-Thore ſchlagen unter einem Winkel von 90 Grad zuſammen.

Der zweite Arm dient zur Abführung des Eisganges, hat aber auch eine Schiffſchleuſe mit zwei Paar Stemmthoren. Um beim Eisgange beide Thore dieſer Schleuſe zugleich öfnen zu können, dämmt man die Schleuſe oberhalb mit eingelegten Balken ab, öfnet beide Thore, befeſtiget ſie in dieſer Lage, und nimmt dann die Balken wieder fort.

Der dritte, vierte, fünfte und ſechste Arm dienen zur Bewegung einiger Getreide-, Loh- und Tabacks-Mühlen. Erſtere ſind theils auf Franzöſiſche, theils auf Deutſche Art eingerichtet, d. h. ſie haben ſehr große Mühlſteine ganz ohne Hauſchläge, und vermahlen das Getreide beſtändig ganz trocken, oder ſie haben kleine Steine, die mit Hauſchlägen verſehen ſind.

Der ſiebente Arm der Iller dient endlich zur Bewäſſerung der Stadt-Gräben, und wird durch ein Wehr zu der der Mühlen und der Schiffahrt wegen erforderlichen Höhe angeſtauet.

§. 172.

Die durch Straßburg fließenden Arme der Iller, und die Stadt-Gräben, ſind hier faſt durchgehends mit ſchönen aus Ziegeln gemauerten Kays eingefaßt, oder fließen unmittelbar an den Fundamenten der Häuſer. An dem zur Schifffahrt dienenden Arm, liegt der Packhof, oder das ſogenannte Kaufhaus, in welchem alle zu Lande und zu Waſſer ankommenden Waaren viſitirt und verzollt werden. Bei demſelben ſtehen drei Krahne, deren Einrichtung im Weſentlichen mit dem oben beſchriebenen Krahn von Kölln ganz übereinkommt.

Weiter unterhalb vereinigen ſich die 7 Arme der Iller wieder, und gehen, am andern Ende der Stadt, unter zwei großen hölzernen Brücken durch. Die eine derſelben iſt eine alte Zugbrücke, von ganz gewöhnlicher Bauart. Um den Fluß für die Paſſage der Schiffe ſperren zu können, iſt zwiſchen jeden zwei Pfahljochen dieſer Brücke ein eiſernes Gitterwerk angebracht, daß an zwei gezahnten Stangen hängt, und mittelſt eines durch Kurbeln bewegten Räderwerks aufgezogen, oder ins Waſſer herabgelaſſen werden kann. Die andere Brücke iſt unlängſt neu gebauet, und hat einfache gerammte Pfahljoche; zum Durchlaſſen der Schiffe aber, Wippen ſtatt der Zugklappen. Die Wippen ſind ſo eingerichtet, daß ſie an den untern, unter den Brückenbelag herabhängenden Enden das Uebergewicht haben, und mittelſt der durch ein Paar Kurbeln bewegten Räderwerke an Ketten aufgezogen oder herabgelaſſen werden können.

§. 173.

Ueber den Rhein ging hier, ſtatt der vor einigen Jahren weggeriſſenen gerammten hölzernen Brücke, eine elende interemiſtiſche Schiffbrücke. Man war aber Willens, eine neue hölzerne Brücke, unter Waſſer mit doppelten gerammten, über Waſſer mit aufgeſetzten einfachen Jochen zu bauen, und zur Verhütung ähnlicher Unglücksfälle, als das Wegreißen der vorigen Brücke, vor die 30 Joche eben ſo viele ſtarke Eisbrecher zu ſetzen. Die Entfernung jeder zwei Joche ſollte 36 Fuß betragen, und die ganze Brücke alſo 1080 Fuß lang werden. Jeden Brückenbalken wollte man, da er von einem Joch bis zum andern über 30 Fuß frei liegen müßte, mit einem ordinairen Sprengwerk unterſtützen. Bekanntlich iſt der Bau dieſer Brücke bis jetzt unterblieben.

§. 174.

Die allgemein intereſſanten Merkwürdigkeiten von Straßburg, z. B. den Münſter, das Mauſoleum des Marſchalls von Sachſen u. ſ. w., können, als eben ſo allgemein bekannt, übergangen werden; bloß von den Franzöſiſchen Faſchinenbauen am Rhein, auf

die in der Gegend von Straßburg anſehnliche Summen fruchtlos verwendet werden, würde hier Einiges anzuführen ſeyn. Wie wichtig dieſe Baue ſind, kann man ſchon aus dem ſtarken Gefälle, das der Rhein hier hat, (nämlich $\frac{1}{1800}$ ſeiner Länge) ſchließen. Selten findet man wohl einen großen Strom, der von Deichen eingeſchloſſen iſt, und dabei ein ſo enormes Gefälle zeigt. Im Faſchinenbau, ſo wie im Strombau überhaupt, ſcheint Frankreich aber ungleich weiter zurück zu ſeyn als Deutſchland. Der Grund liegt wohl zum Theil darin, daß die Flüſſe in Frankreich bei dem mildern Klima nicht ſolche Verheerungen anrichten als in Deutſchland, und daß man die unvollkommenen Flüſſe durch Kanäle zu erſetzen weiß, die aber auch vor den vollkommenſten Flüſſen unbedingt den Vorzug verdienen. Auf der andern Seite iſt es aber auch wahr, daß die zu große Gleichgültigkeit der Franzoſen, gegen alle wiſſenſchaftlichen Fortſchritte der Deutſchen, Unkunde im Faſchinenbau nach ſich ziehen mußte; eine Unkunde, deren nachtheilige Folgen ſie jetzt, ſeit der Acquiſition der Rhein-Departements, ſehr zu fühlen anfangen. Ich muß daher geſtehen, daß ich von dem Franzöſiſchen Faſchinenbau für Deutſche Hydrotekten nichts empfehlungs- oder nachahmungswerthes anzuführen weiß; es bleibt indeſſen doch wohl immer nur ein elender Troſt, ſeinem Nebenbuhler in einer Kleinigkeit überlegen zu ſeyn, während er es in faſt allen wichtigen Dingen nur zu ſehr iſt.

Ende
der hydrotechniſchen Reiſebemerkungen.

Einige Bemerkungen

über die

Bau-Art mit Sinkſtücken.

Ueber die

Bauart mit Sinkſtücken.

Als ich im Sommer 1803 Gelegenheit hatte, die in Holland übliche Bauart mit ſogenannten Sinkſtücken kennen zu lernen, (eine Gelegenheit, die ich vorzüglich der mir immer unvergeßlichen Güte des verſtorbenen General-Inſpecteurs und Präſidenten des Bataviſchen Waſſerſtaats Herrn Bruinings sen. verdanke) ſo glaubte ich mich davon zu überzeugen, daß man dieſe Bauart auch wohl an der Oſtſee, die freilich keine Ebbe und Flut hat, mit Nutzen werde anwenden können; und daß ſie wenigſtens vor der hier üblichen Bauart mit Steinkaſten gewiſſe Vorzüge habe. Gleich nach der Rückkehr in mein Vaterland, und nachdem ich in meine jetzigen Dienſt-Verhältniſſe getreten war, wurde ich veranlaßt, das Project zu einem bedeutenden Seebau zu entwerfen; und dieſe Arbeit bewog mich damals, die wichtigſten der in meinem Reiſejournal enthaltenen Bemerkungen über die in Rede ſtehende Bauart zuſammen zu tragen, wodurch der gegenwärtige Aufſatz entſtand, bei welchem jedoch größtentheils nur das benutzt iſt, was ich ſelbſt ſah, und Einiges, was ich von den glaubwürdigſten Hydrotekten darüber erfuhr. Ich theilte dieſe Bemerkungen einem meiner geſchätzteſten Freunde mit, erklärte aber, daß es mein feſter Vorſatz ſey, ſie erſt bekannt werden zu laſſen, wenn ich ſie durch eigene Erfahrungen würde berichtigen können. Seit der Zeit hat ſich aber die Lage der Dinge hier ſehr geändert, jenes Project iſt zu koſtbar gefunden, und ſeine Ausführung ganz und gar unterblieben. Ich habe alſo keine Hoffnung, ſelbſt Erfahrungen über die Bauart mit Sinkſtücken anſtellen zu können; um daher den lebhaften Wunſch, dieſe vortreffliche Bauart einigermaßen ausbreiten zu helfen, nicht ganz unbefriediget zu laſſen, wage ich es, die nachſtehenden Bemerkungen dem Druck zu übergeben, ohne ſie jedoch den von den Herren Woltmann und Wiebeking bekannt gemachten vortrefflichen Beſchreibungen des Sinkſtückbaues zur Seite ſtellen zu wollen. Sollten ſie auch nur irgend einen

noch nicht aufgeklärten Zweifel eines Hydrotekten über dieſe Bauart im geringſten aufhellen und dadurch die Anwendung der Bauart etwas, wie wenig es auch ſey, erleichtern helfen, ſo würde ich meine auf die Erlernung des Sinkſtückbaues verwendete Mühe, mit innigem Vergnügen, für reichlich belohnt halten.

§. 1.

Die Methode unter Waſſer, vorzüglich in der See, mit ſogenannten Sinkſtücken zu bauen, iſt eigentlich in der Provinz Holland zu Hauſe, breitet ſich aber, da ſie zu Seebauwerken beſonders geeignet ſcheint, immer mehr nach den andern Provinzen der Bataviſchen Republik, ſo wie zum Theil auch ſchon nach Frankreich und Deutſchland aus.

Es wird hier als bekannt angenommen, daß Sinkſtücke große parallelepipediſche, aus Faſchinen zuſammengepackte Tafeln ſind, aus welchen man ein Seebauwerk (Deckwerk oder Buhne) unter Waſſer auffleihet: dagegen dürfte es nöthig ſeyn, gleich anfangs darauf aufmerkſam zu machen, daß man kein Werk, deſſen Krone über dem niedrigſten Waſſer vorragen ſoll, ohne die Flut zu Hülfe zu nehmen, mit Sinkſtücken vollenden, ſondern nur bis auf eine Höhe von einigen Fuß unter dem Waſſerſpiegel, mit Sinkſtücken bauen könne, den obern Theil des Werkes aber jedesmal, auf die gewöhnliche Art, von Faſchinen aufpacken müſſe. Iſt alſo die Tiefe nicht ſehr groß, ſo iſt es viel zweckmäßiger, das ganze Werk, ohne Sinkſtücke, aus Faſchinen aufzuführen, wie dieß in Holland, ſelbſt bei einer Tiefe von 5 bis 7 Fuß, geſchieht.

Je größer die Tiefe iſt, deſto gefährlicher würde indeſſen auch die gewöhnliche vom Herrn Geheimen Oberbaurath Eytelwein (praktiſche Anweiſung zur Conſtruction der Faſchinenwerke. Berlin 1800) ausführlich beſchriebene Faſchinenbau-Art ſeyn, weil man dann in jedem Augenblick offenbar einen um ſo größern Theil des Werkes noch unbefeſtiget haben müßte, und dieſen Theil alſo auch, bei etwaigen plötzlichen Stürmen, verlieren konnte. Im Grunde kommt es bei allen dergleichen Seebauwerken nur darauf an, daß zu keiner Zeit ein großer Theil des Werkes unvollendet ſey, und im Waſſer ſchwimme, weil man bei plötzlichen Stürmen nicht Zeit hätte, ihn zu beſchweren, zu ſenken und zu befeſtigen, ſondern ihn gewöhnlich ganz der Gewalt der Winde überlaſſen müßte. Sinkſtücke gewähren aber den Vortheil, daß man ſie an einer ſichern, vor Sturmwinden gedeckten Stelle verfertigen kann, und ſie nur, gerade beim Verſenken, der Gefahr des Zerſtörtwerdens durch plötzliche Winde, die indeſſen doch gewöhnlich eine oder ein Paar Stunden vorher geſehen werden, ausſetzen darf: denn ſo bald das Sinkſtück mit Steinen belaſtet und verſenkt iſt, iſt es auch im Stande, die Stürme auszuhalten, die über-

dieß in der Jahreszeit, während welcher man bauet, ſelten ſehr heftig werden, und in der Tiefe des Meeres nicht ſo heftig wirken, als auf der Oberfläche.

§. 2.

Ehe wir zur Verfertigung der Sinkſtücke übergehen, wird hier noch zu bemerken ſeyn, daß man zu den Faſchinenbauen an der See durchgehends, wenigſtens wo ich ſie kennen gelernt, viel ſtärkere Würſte und größere Faſchinen nimmt, als zu Strombauen; weil ſchwache Würſte durch den Wellenſchlag der See, und durch das ununterbrochene Schaukeln der Faſchinenlagen, gar zu leicht zerriſſen werden würden. Die Würſte ſind nämlich ſechs Zoll ſtark, von ausgeſucht gutem Reis verfertiget, und alle ſechs Zoll mit einer tüchtigen Bindweide, auf die von Herrn Eytelwein beſchriebene Art, ſehr feſt zuſammengebunden.

Die Faſchinen haben in Holland zwar nur eine Stärke von höchſtens 12 Zoll Durchmeſſer, aber 12 bis 15 Fuß Länge, und ſind zwei bis dreimal gebunden. Die Spickpfähle erhalten, bei gewöhnlichen Faſchinenbauen, die ordinaire Länge von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß; bei Sinkſtücken aber gibt man ihnen die Dicke des Stückes (4 bis $5\frac{1}{2}$ Fuß) zur Länge, ſo daß ſie gerade durch das Sinkſtück hindurch reichen.

§. 3.

Was nun den Bau der Sinkſtücke anbetrifft, ſo kommt es dabei zuerſt auf einen ſichern flachen Strand an, wo man das Sinkſtück aufführen kann. Auf dieſem Strande wird ein Roſt von Würſten gelegt, in der Größe, die man dem Sinkſtück geben will; nämlich 3 bis 8 Ruthen lang, und auch zwiſchen 3 und 8 Ruthen breit. Unter 3 Ruthen Länge und Breite verfertiget man nicht ſo leicht ein Sinkſtück, weil die daraus gebaueten Seewerke wenigſtens drei Ruthen Kronenbreite erhalten; dagegen macht man die Sinkſtücke auch nicht gerne über 8 Ruthen lang oder breit, weil ſie ſonſt zu ſchwer zu regieren ſind. Bedarf man größerer Tafeln, welches z. B. der Fall iſt, wenn ein Werk unten über 8 Ruthen Breite hat, ſo legt man zwei Stücke neben einander, und läßt die Fugen der Sinkſtücke in den verſchiedenen Lagen ſo abwechſeln, daß nie zwei Fugen genau auf einander treffen, d. h. man legt die Sinkſtücke im Verbande. Der erſte Roſt wird nun aus Würſten in der Art verfertiget, daß man zuvörderſt alle Würſte nach der Länge des Sinkſtückes, $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß aus einander, unter ſich parallel, auf die Erde ſtreckt, und dann die Querwürſte, gleichfalls $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß aus einander, über die Läng-Würſte ſo hinlegt, daß ſie mit ihnen rechte Winkel machen, oder einen Roſt bilden.

An jeder Kreuzung der Läng- und Quer-Würſte bindet man ſie mit zwei ſtarken

Bindweiden feſt zuſammen, und befeſtiget außerdem noch an allen, oder wenigſtens an jeder zweiten Kreuzung, einen hanfnen, etwa einen halben Zoll ſtarken Strick, deſſen beide Enden vor dem Knoten, über den Würſten, noch etwa 6 bis 7 Fuß lang bleiben müſſen. Vorzüglich iſt hier darauf zu ſehen, daß zu den Kreuzungen am Rande des Roſtes, wo nachher die Senktaue angebracht werden ſollen, ausgeſucht ſtarke Stricke genommen werden. Hierauf ſteckt man, bei jeder mit einem Tau verſehenen Kreuzung, einen ſogenannten Luntpfahl, d. h. einen 5 bis 6 Fuß langen ſehr dünnen geraden Faſchinenpfahl in die Würſte, und umwickelt ihn mit den vorher erwähnten Stricken, ſo daß die obern Enden der Stricke am obern Ende der Luntpfähle befeſtiget werden können, wodurch der nun fertige Roſt das Anſehen der Fig. I (Taf. XXV) erhält. Fig. IV zeigt die Kreuzung von ein Paar Würſten mit einem eingeſteckten Luntpfahl und mit den um dieſen Pfahl gewickelten Tauen.

§. 4.

An den Orten, wo die Flut eine hinreichende Höhe erreicht, wählt man das Watt zum Bauplatz der Sinkſtücke, und bauet ſie hier, auch während der Ebbe-Zeiten, ganz fertig, indem ſie, bei jeder Flutzeit, beſtändig flott werden, und alſo nachher auch leicht fortgebracht werden können. Wo es aber an hinreichender Flut fehlt, wie in den meiſten Gegenden an der Süderſee, auf dem Nieder-Rhein ꝛc., da wird der eben beſchriebene Unterroſt aus Würſten hart am Rande des Waſſers, häufig auch ſo, daß er zur Hälfte auf dem Waſſer ſchwimmt, verfertiget, (wobei die Arbeiter natürlich ins Waſſer gehen müſſen) und nachher wie vom Stapel ins Waſſer gelaſſen, indem man das landſeitige Ende entweder bloß durch Menſchen, oder mit Hülfe mehrerer glatter, langer, untergeſteckter Stangen aufheben, und ſo den Roſt ins Waſſer gleiten läßt. Die Luntpfähle mit den Tauen bleiben dabei gewöhnlich (ſelbſt wenn die See den Roſt ſchaukelt) unverrückt ſenkrecht ſtehen: ein Beweis, wie feſt die Würſte hier gebunden werden.

§. 5.

Auf dieſem Unterroſt werden nun die Faſchinen ſo ſchnell als möglich, in der Regel kreuzweiſe, und in gutem Verbande, bis zur Höhe, die das Sinkſtück haben ſoll, zwiſchen den Luntpfählen aufgepackt, wobei man die Stammenden der Faſchinen nach außen legt, und gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ Fuß über die Randwürſte des Unterroſtes vorſtehen läßt. Liegt das Sinkſtück auf dem Watt, alſo zur Ebbezeit im Trocknen, ſo iſt nichts leichter, als dieß Aufpacken, und man hat noch den Vortheil, daß die Faſchinen von den darauf herumgehenden Arbeitern ſehr feſt zuſammengepreßt werden. Mußte aber der Roſt, aus Man-

gel an hinreichender Flut, ins Waſſer gelaſſen werden, ſo behält man die eine Seite des Roſtes, allenfalls noch auf den unteren Enden der Stangen liegend, am Ufer, und fleihet nun die Faſchinen auf dem ſchwimmenden Roſt gehörig auf. Iſt das Sinkſtück groß, ſo wird der Roſt auch einige male gedreht, indem man bald eine, bald die andere Seite aufs Ufer legt, und ſo die Faſchinen im beſtmöglichſten Verbande zwiſchen den ungerührt im Roſt ſtehen bleibenden Luntpfählen aufpackt, bis das Werk die gehörige Höhe erhalten hat; wobei natürlich darauf Rückſicht genommen werden muß, daß die Faſchinen ſich noch ſehr zuſammendrücken.

§. 6.

Iſt die beſtimmte Höhe erreicht, ſo verfertiget man oben auf den Faſchinen einen zweiten Roſt, gleichfalls aus recht ſtarken Würſten, wie den Unterroſt an; d. h. man legt, wie vorher, erſt ſämtliche Längswürſte, und darüber die Querwürſte, durchgehends $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuß von Mittel zu Mittel aus einander. Hierauf macht man die obern Enden der Stricke los, zieht die Luntpfähle aus, und bindet nun die Stricke an die Kreuzungen des Oberroſtes, die genau über den Kreuzungen des Unterroſtes liegen, in welche die Luntpfähle geſteckt waren. Da die Feſtigkeit des Sinkſtückes vorzüglich von dieſem Zuſammenbinden der Roſte abhängt, ſo wird hierauf in Holland ſehr viele Sorgfalt verwendet, indem man dabei die Stricke des Unterroſtes ſo ſtark als möglich in die Höhe zu ziehen, oder das Sinkſtück zuſammen zu preſſen ſucht. Taf. XXV, Fig. IV, zeigt deutlicher, wie die Stricke am Unterroſt befeſtiget und um den Luntpfahl gewickelt, und Taf. XXV, Fig. V, wie ſie nachher an den Oberroſt gebunden werden.

§. 7.

Sind die Stricke am Oberroſt befeſtiget, ſo bindet man ſämtliche Kreuzungen des Oberroſtes noch mit zwei Bindweiden zuſammen, und ſchlägt nun, theils durch die Kreuzungen, theils durch andere Stellen der Würſte des Oberroſtes, ſehr viele Faſchinenpfähle in das Sinkſtück, die wo möglich auf die Würſte des Unterroſtes zutreffen müſſen. Endlich ſetzt man noch einige 6 bis 12 Zoll hohe Flechtzäune, mittelſt 3 Fuß langer Pfähle, auf die obere Fläche des übrigens fertigen Werks, und macht es nun, wenn es auf dem Watt gelegen, bei der nächſten Flut, ſonſt aber durch Herabſchieben von dem Ende der Stangen, auf denen es zum Theil bis zuletzt liegen blieb, völlig flott.

Fig. II ſtellt ein ſolches zum Verſenken fertiges Sinkſtück dar; man rechnet dabei, daß zu einem Sinkſtück von 4 Ruthen im Quadrat, bei $5\frac{1}{2}$ Fuß Dicke, überhaupt 9000 Stück Faſchinen gehören, woraus ſich aufs neue ergibt, wie ſehr die Faſchinen darin zuſammengepreßt werden.

§. 8.

Bei Beſtimmung der Dicke eines Sinkſtückes, iſt hier noch zu merken, daß die Gegend, wo das Sinkſtück gelegt werden ſoll, kurz vor Anfertigung deſſelben genau ausgepeilt und dem Sinkſtück dann, wenn auch nicht eine der Unebenheit des Terrains genau anpaſſende Geſtalt, ſo doch wenigſtens da die meiſte Dicke gegeben wird, wo die Waſſertiefe am größten iſt. Bei gewöhnlichen Faſchinenlagen iſt es bekanntlich äußerſt ſchwer, ihre Dicke genau zu beſtimmen, bei den Sinkſtücken wird dieſe Beſtimmung aber durch die Luntpfähle ſehr erleichtert.

§. 9.

Iſt das Sinkſtück ganz fertig, ſo wird die Stelle, an welcher es verſenkt werden ſoll, auf dem Ufer, mittelſt kleiner Pfähle genau abgeſteckt, und es kommt nun alles darauf an, daß das Stück bei ſtiller See auf dieſer Stelle beſchwert und zu Boden gelaſſen werde. Die Holländer laſſen ſich dabei, wovon ich ſelbſt in der Gegend von Medenblick Augenzeuge war, die Mühe nicht verdrießen, bisweilen ein Sinkſtück an ſeine Stelle zu führen, alle Anſtalten zum Verſenken zu treffen, und dann, weil ſich ein Wölkchen am Himmel zeigt, das Wind droht, das Stück wieder nach dem Bauplatz zurückzubringen, um mit dem Verſenken bei der nächſten Ebbe einen vielleicht eben ſo vergeblichen Verſuch zu machen. Gewöhnlich wählt man nämlich zum Verſenken die Zeit des kleinſten Waſſerſtandes, weil die See dann am ruhigſten zu ſeyn und auch keinen merklichen Strom zu haben pflegt.

Bei 4 Fuß Dicke des Stückes und bei friſchen oder naſſen Faſchinen, rechnet man zum Beſchweren und Verſenken des Stückes, auf jede Quadratruthe ſeiner Oberfläche, eine Schiffslaſt Steine oder Ziegelgraus; bei dickeren Stücken, trocknen Faſchinen oder einer gefährlichen Lage des Werkes, habe ich aber auch bis 4 Laſt auf jede Quadratruthe nehmen geſehen.

§. 10.

Die Steine, Ziegel oder Erde, überhaupt die Verſenkungsmaterialien, werden gewöhnlich zu Waſſer mit den Gefäßen angefahren, deren man ſich nachher auch zum Verſenken des Stückes bedient. Sind dieſe Gefäße in Bereitſchaft, und iſt das Wetter ſtille, ſo legt man ſie (wo es Flut gibt, bald nach der Flutzeit) auf der Stelle, an welcher das Sinkſtück verſenkt werden ſoll, feſt vor Anker, oder befeſtiget ſie auch noch mittelſt Taue am Lande. Wird das Beſchwerungsmateriale auf großen Gefäßen von 20 bis 40 Laſt (etwa wie die Preußiſchen Bodinge) angefahren, ſo iſt es hinreichend, zu jeder der vier Seiten des Sinkſtückes, ein Gefäß zu haben, bei kleinern Gefäßen

bringt man aber 6, auch wohl 8 Gefäße, d. h. zwei an jeder Seite, an. Von dieſen Gefäßen werden nun zuerſt die zu drei Seiten des Stückes gehörigen, oder B, C und D, nach Fig. III, vor Anker gelegt, und mittelſt mehrerer auf dem Ufer eingeſchlagener Zeichen-Pfähle, ſo wie mit Hülfe der Ankerwinden des Schiffes, genau auf die Stelle geſtellt, an welcher man das Stück ſinken laſſen will. Hierauf wird nun, wenn immer noch kein Wind zu beſorgen iſt, das Sinkſtück von dem Bauplatz herbeigeholt (nämlich bugſirt oder getreidelt) zwiſchen die Schiffe B, C und D geſchoben, und dann das vierte Schiff gleichfalls vor Anker gelegt, auch gewöhnlich an die Schiffe B und D angebunden. Nun bringt man, auf jeder Seite des Sinkſtückes, 2 bis 4 Senktaue an, nämlich gehörig ſtarke Taue, deren eines Ende am Bord der Schiffe feſt, das andere aber bei dem Oberroſt des Stückes durchgezogen, und wieder am Schiff angeſchlengt iſt. Es wurde oben bei Verfertigung des Unterroſtes ſchon daran gedacht, daß zu einigen Kreuzungen am Rande des Roſtes, vorzüglich ſtarke Taue genommen werden mußten; gerade an den dieſen Kreuzungen correſpondirenden Stellen des Oberroſtes, werden nun kleine Ringe von Tauen angebunden, (die man in Fig. II ſieht) und die Senktaue durch dieſe Ringe, oder bisweilen unter den Randwürſten des Oberroſtes ſelbſt, durchgezogen.

§. 11.

Bis jetzt kann das Sinkſtück, wenn ein Sturm zu entſtehen drohet, noch immer in einen ſichern Hafen zurückgebracht werden; bleibt die Witterung aber günſtig, ſo werden nun Planken vom Bord der Schiffe auf das Sinkſtück gelegt, und die Beſchwerungsmaterialien mit der größten Schnelligkeit, theils in Körben auf das Stück getragen, theils unmittelbar aus den Schiffen heraufgeworfen, und dann alles ſo viel wie möglich geebnet, ſo daß ſich die Räume zwiſchen den zuvor erwähnten Flechtzäunen genau ausfüllen. Das Sinkſtück iſt nun gewöhnlich in der Mitte ſchon unter Waſſer gebogen, und wird nur durch die Senktaue ſchwebend erhalten, worauf man denn endlich (zur Zeit der kleinſten Ebbe) alle Senktaue zugleich entweder plötzlich losmacht, oder ſie alle zugleich allmählig nachläßt, ſo daß das Sinkſtück in horizontaler Lage zu Boden fällt. Dieſe Operation des Verſenkens, vorzüglich wenn man alle Senktaue plötzlich losläßt, (wie dieß in Holland gewöhnlich geſchieht) iſt offenbar ſehr gefährlich; denn

1) wenn die Tiefe groß, und eine Seite etwas ſtärker als die andere beſchwert iſt, oder wenn einige Taue etwas früher als die anderen losgelaſſen werden, ſo kann das Stück leicht ganz umkentern, und das Beſchwerungsmateriale fallen laſſen. Dieß ſoll vor einigen Jahren bei einem bedeutenden Bau, wo die Tiefe 50 Fuß betrug, geſchehen ſeyn.

2) Wenn das Waſſer während des Sinkens in einiger Bewegung iſt, ſo kann das Sinkſtück leicht ſeitwärts weggeführt werden, ſo daß es vielleicht neben das zuvor verſenkte Stück fällt, da es doch auf daſſelbe fallen ſollte.

§. 12.

Um dieſen beiden Gefahren vorzubeugen, bedient man ſich in Holland häufig folgender einfachen und ſehr ſicheren Mittel.

1) Wenn die Tiefe nicht über 30 Fuß beträgt, ſo befeſtiget man an den 4 Ecken des Sinkſtückes Ringe von Tauen, und ſteckt durch jeden Ring eine dünne glatte Stange in den Grund, die aber oben theils an die Schiffe, theils auf irgend eine andere Art befeſtiget wird, ſo daß das Sinkſtück nun zwiſchen dieſen vier Stangen genau auf die beſtimmte Stelle fallen muß, worauf man dann die Stange wieder herauszieht, und bei den folgenden Sinkſtücken eben ſo benutzt.

2) Iſt aber die Tiefe über 30 Fuß groß, und iſt beſonders (wie in Flüſſen) zu befürchten, daß das Sinkſtück ſeitwärts weggetrieben werden, oder auf einem ſehr ſchrägen ſchlüpfrigen Boden herabgleiten könnte, ſo bindet man es an ein oder einige lange Stricke, die an einem in der Ferne vor Anker liegenden Schiff an einem im Grunde liegenden Anker, oder auch am Ufer befeſtiget werden können, ſo daß ſie ſich beim Sinken des Stückes anſpannen, und es in ſeine richtige Lage bringen, weßhalb aber die Länge des Taues, durchaus mit Rückſicht auf die Tiefe, beſtimmt, und nachdem das Tau vorher ins Waſſer gelegt, oder doch ganz naß gemacht war, genau abgemeſſen werden muß. Vielleicht ließen ſich dieſe Regulirungs-Taue auch von jeder Seite des Sinkſtückes an das gegenüber liegende mit Verſenkungsmaterialien beladene Schiff mit Nutzen anbringen, wenigſtens wenn das Sinkſtück ſehr groß iſt. Ueberhaupt iſt mir indeſſen dieſe zweite Sicherungs-Methode nur aus Beſchreibungen bekannt; die erſtere (mit Stangen) habe ich aber ſelbſt anwenden geſehen.

§. 13.

Wenn das Sinkſtück zu Grunde gebracht iſt, hat man an einigen Orten die Gewohnheit, noch eine Menge Graus und Steine heraufzuſchütten, wodurch aber offenbar die Oberfläche des Stückes uneben gemacht, und alſo der Solidität des Werkes geſchadet wird. Dagegen iſt es ſehr nöthig, ſobald ein Sinkſtück verſenkt iſt, ſeine Lage

durch Auspeilung genau auszumitteln, um ſich bei Verfertigung des folgenden Stückes danach richten zu können. Die Stelle des Sinkſtückes, und zum Theil auch ſeine Lage, erfährt man am ſicherſten durch Schwimmhölzer, (allenfalls nur Reisbündel) die mit vier ſtarken gleichlangen Schnüren, an die Ecken des Sinkſtückes, vor dem Verſenken angebunden werden, und die man nachher, über Waſſer, ſo in die Höhe hebt, daß die Schnur vertical angeſpannt wird, wodurch ſich folglich der Ort, wo die Ecke liegt, und auch der Unterſchied der verſchiedenen Tiefe der vier Ecken unterm Waſſerſpiegel, mit der größtmöglichſten Genauigkeit ergibt.

§. 14.

Bei Verſenkung der übrigen Sinkſtücke verfährt man auf eben die Art, und führt das ganze Werk lagenweiſe bis zu einer Tiefe von 2 bis 5 Fuß unter Waſſer auf. Wo dieſe Bauart ſchon bekannt iſt, und man damit gehörig umzugehen weiß, gibt man den nicht ſehr gefährlich liegenden Werken nur eine einfüßige Seitendoſſirung; in andern Gegenden, wo der Sinkſtückbau noch neu iſt, findet man aber, vorzüglich die gefährlich liegenden Werke, mit 2 bis 3 füßiger Seiten- und Vorderdoſſirung aufgeführt. In dieſen Gegenden, z. B. in Weſtfriesland, rammt man ſogar bisweilen ein Paar Reihen ſtarker Pfähle, durch das aus Sinkſtücken gebauete Werk in den Grund, welches Verfahren aber, in der Provinz Holland, gar nicht üblich iſt.

Hier wird nämlich das Werk bloß mit Faſchinen, auf die gewöhnliche Art, bis zur beſtimmten Höhe überm Waſſerſpiegel aufgebauet; alsdann beſchüttet man die Seitendoſſirungen, und die Doſſirung des Kopfes, die durch die Sinkſtücke ganz ſtufenförmig ausfällt, ſo ſtark mit Ziegelgraus, oder, an gefährlichen Stellen, mit Feldſteinen, daß die Doſſirungen eben werden, und die Steine gehörig feſt liegen bleiben, worauf nun endlich die Krone des Werkes, wie bei andern Seebauwerken, bloß mit Steinen, oder auch mit dazwiſchen eingeſchlagenen Pfählchen, auf die bekannte, in allen Werken über den See-Ufer-Bau beſchriebene Methode, fertig gebauet wird.

§. 15.

Es geht, wie ich glaube, aus der vorſtehenden Beſchreibung hervor, daß der Sinkſtückbau, bei Seebauwerken in großer Tiefe, auch ohne Hülfe der Flut, mit Nutzen angewendet werden könne, und daß aus Sinkſtücken gebauete Werke im Grunde wie Werke à pierres perdues zu betrachten ſind, in deren Mitte man, zur Erſparung der Koſten, große Faſchinen-Tafeln ſtatt Steine verpackt hat. Demungeachtet iſt es aber

doch nicht zu läugnen, daß dieſe vortreffliche Bauart auch eine der allerkoſtbarſten ſey. Einer der erſten jetzt lebenden Hydrotekten hat daher neuerlichſt, bei hinreichender Ebbe und Flut, um die Koſten des Faſchinenbaues zu erſparen, wieder einige große Häfter auf eine alte Art aus Pfahlwerk ohne Doſſirung gebauet, und um ihren Kopf, zur Verhütung des Ausſpülens, bloß ein Paar Schichten Sinkſtücke verſenkt.

Verſuch

eines

Beitrages zur Theorie der Buhnen.

Einleitung.

Nicht ſo leicht ſind über Gegenſtände der Waſſerbaukunſt ſo viele verſchiedene Theorien aufgeſtellt, als über die Buhnen, bei welchen die eigentliche mathematiſche Theorie der Hydrodynamik, ſo weit ſie bis jetzt entwickelt iſt, den Hydrotekten ganz verläßt.

Mehrere Schriftſteller haben die Wirkungen der Buhnen ohne Theorie, aber auch ohne Erfahrung beſtimmt, oder ihnen wenigſtens überhaupt Wirkungen zugeſchrieben, die ſie, nach der Erfahrung, gar nicht hervorbringen. Einige glaubten, nur in gewiſſen Arten Buhnen zweckmäßige vortheilhafte Anlagen zu bemerken, und erklärten andere Arten für durchaus unzweckmäßig, und in jedem Fall nachtheilig. Verſchiedene Schriftſteller ſchienen nur die Nachtheile, die die Buhnen oft hervorbrachten, zu berückſichtigen; ſie verwarfen daher die Buhnen ohne Ausnahme, und wollten alles, was man durch ſie bezweckt, durch andere weniger gefährliche Anlagen erreicht wiſſen.

So fehlte es alſo dem angehenden Hydrotekten, bei einer Menge Schriften über Waſſerbaukunſt, an einer zuverläſſigen Theorie der Buhnen, die ihn bei Entwerfung der Projecte zu ſolchen Anlagen hätte leiten können, beinahe ganz, oder nur die erſten praktiſchen Hydrotekten ſchienen im Beſitz dieſer Theorie zu ſeyn, weil nur ihre Buhnen-Anlagen Beiſpiele davon gaben, daß man die Buhnen überhaupt keinesweges im Allgemeinen für unzweckmäßige oder gar ſchädliche Strombaue halten dürfe. Des Herrn von Wiebeking große Waſſerbaukunſt, wovon im Jahre 1798 der erſte Band herauskam, half dieſem Mangel inſofern ab, als darin mehrere jener muſterhaften Anlagen geſchildert waren, und den Hydrotekten alſo Gelegenheit gegeben wurde, ſelbſt Reſultate für die Anwendung daraus zu ziehen. Bald darauf erſchien des Herrn Geheimen Oberbauraths Eytelwein praktiſche Anweiſung zum Faſchinenbau, die zwar mehr von der Erbauung, als von der Projectirung der Buhnenwerke handelte, worin Herr Eytelwein aber doch einige aus vieljährigen Erfahrungen abſtrahirte Grundſätze über den Effect der Buhnen mittheilte, die allen Hydrotekten höchſt willkommen ſeyn mußten, und um ſo mehr zeigten, wie nöthig es für einen jeden Strombaumeiſter wäre, ſelbſt ſo viele

Beobachtungen als möglich über dieſen Gegenſtand anzuſtellen, um ſich ſeine eigne auf Erfahrung gegründete Theorie daraus abſtrahiren zu können.

Das angeführte Werk, noch mehr aber der mir vom Herrn Eytelwein (in dem ich meinen Lehrer zu verehren das Glück habe) mündlich ertheilte ſehr gütige Rath, veranlaßten mich, ſo viele Buhnenwerke, als ich nur zu Geſicht bekommen konnte, zu unterſuchen, und die Reſultate einer jedesmaligen Unterſuchung ſorgfältig zu ſammeln. Einige Flüſſe in Preußen gaben den erſten Stoff zu dieſer Sammlung her, die nachmals, als ich die Strombaue auf der Elbe und Weſer kennen lernte, ſehr anwuchs, vorzüglich aber bedeutend wurde, da ich in Holland und im Cleviſchen (im erſten Lande beſonders durch die zuvorkommende Gefälligkeit der Herren C. L. Bruinings jun. und Beyerink, denen ich hier öffentlich den verbindlichſten Dank abzuſtatten, für Pflicht halte) Gelegenheit fand, eine Menge Buhnenwerke auf dem Ober- und Niederrhein, der Waal, Leck u. ſ. w. freilich nur flüchtig kennen zu lernen, wobei mir die vortrefflichen öffentlich bekannt gemachten Karten von dieſen Flüſſen ſehr zu ſtatten kamen, und wobei ich es mir beſonders angelegen ſeyn ließ, den Strom um und neben dieſen Buhnen auszupeilen. Während meines neuntägigen Aufenthaltes in Pandern, bei welchem mich die Unterſuchung der Buhnenwerke täglich beſchäftigte, drängten ſich mir unwillkührlich einige allgemeine Ideen über die Wirkung der Buhnen auf die Ströme, auf; ich verglich ſie mit meinen früheren Beobachtungen, fand ſie dieſen nicht widerſprechend, und ſchrieb darauf im September 1803, noch in Pandern, den nachſtehenden Aufſatz nieder, der indeſſen nur ein anfänglicher Verſuch iſt, die Reſultate meiner kleinen Beobachtungen über Buhnen, unter allgemeinere Geſichtspuncte zu bringen. Ich würde es nicht wagen, ihn auch nur für den geringſten Beitrag zur Theorie der Buhnenwerke auszugeben, wenn ich die daraus abgeleiteten Reſultate nicht noch nachher, bei den Strömen, die mich jetzt beſchäftigen, ſo ſehr häufig beſtätiget gefunden hätte.

So mag es mir alſo erlaubt ſeyn, dieſe Ideen den Hydrotekten zur öffentlichen Prüfung vorzulegen: ob ich gleich fühle, daß ich mich dabei in ein Feld gewagt habe, das meinen Kräften und Erfahrungen nicht angemeſſen iſt. Gerne hätte ich mehrere Beiſpiele ſpeciell aus einander geſetzt, weil ich weiß, daß dieß den ganzen Aufſatz intereſſanter und zuverläſſiger gemacht haben würde; allein ich fühlte zu ſehr, wie äußerſt ſchwierig es ſey, ohne eine Menge genauer Karten und weitläuftiger Beſchreibungen, die Gründe deutlich zu machen, die den Erfolg der Buhnen in jedem Fall beſtimmten, und die ſich zur Stelle ungleich leichter überſehen und beurtheilen laſſen; überdieß befürchtete ich aber auch, verſchiedenen Hydrotekten, denen ich vorzügliche Dankbarkeit ſchuldig bin, durch voreilige Aeußerungen über die von ihnen realiſirten Anlagen, Gelegenheit zur Un-

zufriedenheit mit mir zu geben, und dieß beſtimmte mich dann, mich bloß auf ein Paar in die Augen fallende Beiſpiele zu beſchränken, die ich vom Rhein entlehnte, weil ich dabei nicht nöthig hatte, koſtbare Karten ſtechen zu laſſen; indem die Karten dieſes Stroms ſich in den Händen der meiſten Hydrotekten befinden.

Uebrigens muß ich nur noch einen Jeden, der den nachſtehenden Aufſatz mit eignen Erfahrungen vergleichen will, ganz ergebenſt bitten, ſich nicht dadurch täuſchen zu laſſen, daß einzelne Anlagen dem hier Geſagten bisweilen anfangs geradezu zu widerſprechen ſcheinen: bei genauer Unterſuchung habe ich in vielen Fällen der Art gewöhnlich die Urſachen auffinden, und es mir aus der Sache ſelbſt erklären können, woher die Anlage gerade dieſen unnatürlich ſcheinenden Erfolg haben mußte, und keinen andern hervorbringen konnte.

Da der gegenwärtige Aufſatz nur Verſuch eines Beitrages, nur Aphorism, und nichts weniger als vollſtändige Theorie ſeyn ſoll, ſo kann die Definition der Buhnen überhaupt und ihrer verſchiedenen Arten insbeſondere hier ganz wegfallen: ich bemerke nur noch, daß er ſich auf die gewöhnlichſten Arten, und zwar der Strombuhnen beſchränkt. Bloß zum Schluß, ſoll auch mit ein Paar Worten der Seebuhnen gedacht werden.

Vom Stromprofil und Waſſer-Abfluß überhaupt.

§. 1.

Jede Buhne muß, wenn es darauf ankommt, ihren Effect und Nutzen zu beurtheilen, oder vorherzuſagen, in zwei ganz verſchiedenen Zuſtänden betrachtet werden, nämlich beim hohen *) und beim mittleren oder gewöhnlichen Waſſerſtande des Fluſſes, in welchem ſie angelegt iſt. Ihr Verhalten beim niedrigen Waſſerſtande iſt bei weitem nicht ſo wichtig, weil die Flüſſe, wenn ſie niedrig ſtehen, gewöhnlich am langſamſten fließen, und auch den wenigſten Sand oder Schlick mit ſich führen, alſo weder Abbruch noch Verlandung erzeugen können. Ueberdieß dauert auch die Zeit des kleinſten Waſſerſtandes nie ſehr lange; dahingegen das hohe Waſſer ſehr intereſſant iſt, weil es die meiſten Sinkſtoffe mit ſich führt, und den Flüſſen die größte Geſchwindigkeit ertheilt. Das Mittelwaſſer aber, weil es den größten Theil des Jahres hindurch anhält.

Obgleich in der Natur ein allmähliger Uebergang vom hohen zum mittleren Waſſer-

*) Hohes Waſſer nennen wir hier den Stand des Waſſers, wobei es über die Krone der Buhnen tritt, mittleres aber den Waſſerſtand, der die Höhe der Buhnenkrone nicht völlig erreicht.

ſtande ſtatt findet, ſo müſſen die beiden Betrachtungen doch ganz von einander geſchieden werden, denn dieſelbe Buhne kann beim hohen Waſſerſtande Verlandung, und beim mittlern Abbruch erzeugen, und umgekehrt.

§. 2.

Beharrungsſtand iſt der Zuſtand eines Fluſſes, bei welchem er alle ſein Waſſer abführt, ohne anzuſchwellen, oder zu fallen, und ohne ſein Bette abzubrechen, oder Verlandung darin zu erzeugen.

Normal-Profil, Beharrungs-Profil, eines Stroms an einer gewiſſen Stelle (und zu einer beſtimmten Zeit) iſt das Profil, durch welches der Strom alle ſein Waſſer abführt, ohne Sinkſtoffe (Sand oder Schlick) fallen zu laſſen, und ohne das Terrain, worin er fließt, abzubrechen *).

Da die abzuführende Waſſermenge ſich mit dem höheren oder niedrigeren Waſſerſtande des Stroms ändert, ſo iſt auch das Normal-Profil für jeden Waſſerſtand ein anderes. Bei jedem beſtimmten Waſſerſtande, ſind die abzuführende Waſſermenge, die Feſtigkeit des Terrains, und die ſpecifiſche Schwere der Sinkſtoffe im Fluß-Waſſer, die data, von welchen die Größe des Profils, nebſt der Geſchwindigkeit des Abfluſſes, abhängt. Das Gefälle modificirt ſich von ſelbſt, nach der Geſchwindigkeit, denn die Geſchwindigkeit kann nie weder größer noch kleiner ſeyn, als das Gefälle es zuläßt, ſie wird aber durch die Waſſermenge und das Profil beſtimmt, und beſtimmt ſo auch das Gefälle. — Iſt die Geſchwindigkeit zu klein, ſo entſteht ein Aufſtau, d. h. das Gefälle wächſt, bis Gefälle und Geſchwindigkeit ihre gehörige Größe haben; und umgekehrt.

Setzt man die wirkliche Geſchwindigkeit des Fluſſes im Allgemeinen $= V$, die mittlere Geſchwindigkeit im Normalprofil $= v$, die abzuführende Waſſermenge $= M$, und den Quadratinhalt des Normalprofils $= p$, ſo gibt es eine gewiſſe Stromgeſchwindigkeit $= v'$, die gerade nur ſo groß iſt, daß der Strom noch alle ſeine Sinkſtoffe abführen kann; und eben ſo gibt es eine Geſchwindigkeit $= {}'v$, die ſchon ſo groß iſt, daß das Terrain ihr nur gerade noch, ohne abzubrechen, widerſtehen kann. Iſt die wirkliche Geſchwindigkeit $V < v'$, ſo findet Verengung des Profils, oder Verlandung, und iſt $V > {}'v$, ſo findet Erweiterung des Profils, oder Abbruch ſtatt.

*) Hat der Strom in demſelben Stromprofil an verſchiedenen Stellen verſchieden feſte Erdarten, z. B. am concaven Ufer Lehm, am convexen Sand; ſo muß auch die Geſchwindigkeit am erſtern größer als am letztern ſeyn, wenn ein Normal-Profil und ein beharrlicher Abfluß ſtatt finden ſollen.

§. 3.

Man muß nun drei mögliche Fälle unterſcheiden, die bei der Beſtimmung der Normal-Geſchwindigkeit v ſtatt finden können.

1) Wenn $v' = 'v$, ſo iſt $v = v' = 'v$; denn wäre v größer als v' und $'v$, ſo würde das Profil ſich erweitern, und wäre v kleiner, ſo würde es ſich verengen müſſen. Dieſer Fall ſcheint da einzutreten, wo der Strom gerade dieſelben Stoffe, aus denen ſein Bette beſteht, unverändert im Waſſer mit ſich führt, und ſich ſein Bette ſelbſt ausgetieſt hat.

2) Wenn $v' < 'v$, alsdann kann v jeden Werth zwiſchen v' und $'v$ annehmen, ohne eine Veränderung im Stromprofil zu bewürken. v ſo wie $p = \frac{M}{v}$ ſind alſo nur durch Gränzen beſtimmt.

3) Wenn $v' > 'v$. In dieſem Fall iſt v imaginär, d. h. es findet kein Beharrungsſtand ſtatt. Denkt man ſich wirklich, daß ein Strom, der groben Grand mit ſich führt und ſehr ſchnell fließt, auf einmal in ein Bette von einer ſehr weichen Maſſe geleitet würde, ſo iſt offenbar, daß der Strom das Bette abbrechen, ſein Profil erweitern, und zugleich ſeine Sinkſtoffe fallen laſſen werde, bis er ſich durch dieſe Sinkſtoffe ein eignes neues Bette geſchaffen, da dann der Fall No. 1. eintritt, in welchem v und $\frac{M}{v} = p$ einen einzigen beſtimmten Werth haben.

§. 4.

In jedem Strom kann man ſich alſo eine Normalgeſchwindigkeit und ein Normal-Profil, das heißt einen Beharrungs-Stand denken. Schmälerung oder Verengung dieſes Normalprofils muß Preſſung des Waſſers, Aufſtau, Vermehrung der Geſchwindigkeit und dadurch Abbruch, ſo wie Erweiterung des Profils Verlandung erzeugen. Nimmt man an, daß die Feſtigkeit des Strombettes an mehreren Stellen gleich groß ſey, die Geſchwindigkeit aber an einer Stelle mehr als an der andern zunehme; ſo wird der Abbruch vorzüglich an der von dieſen Stellen ſtatt finden müſſen, an welcher die Geſchwindigkeit am meiſten vermehrt iſt.

Von den Buhnen im Allgemeinen.

§. 5.

Der Effect, den irgend eine in einem Strom angelegte Buhne hervorbringt, wird gewöhnlich auf dreierlei Weiſe, oder durch drei Umſtände, die ſich wenigſtens in der Idee von einander abſondern laſſen, hervorgebracht; nämlich durch die Verengung des

Stromprofils, durch das natürliche Stromgefälle, und durch den Zuſammenhang oder die Adhäſion der Waſſertheilchen unter einander. Jeder dieſer Umſtände ſoll nun in Hinſicht auf den hohen und auf den mittleren Waſſerſtand des Stroms zuerſt im Allgemeinen, und dann bei den verſchiedenen Buhnen-Arten insbeſondere, näher betrachtet werden.

Von der Stromverengung.

§. 6.

Strom-Verengung iſt in jedem Fall die erſte und unmittelbarſte Wirkung einer jeden Buhne. Die Größe der Stromverengung hängt von der Lage und Richtung der Buhne gar nicht ab, ſondern es kommt dabei bloß auf das Profil des Stroms an der Stelle an, an welcher er durch die Buhne am meiſten geſchmälert iſt, d. h. (in der Regel) am Kopf der Buhne.

In demſelben Verhältniß, als das Stromprofil abgenommen hat, muß die mittlere Geſchwindigkeit in dieſem Profil zunehmen. Dieß kann aber nur durch einen Aufſtau des Waſſers bewirkt werden, der folglich um ſo größer ſeyn wird, je größer das Verhältniß des ungeſchmälerten Profils zum geſchmälerten iſt. In ſehr großen Strömen kann der Aufſtau alſo nur merklich werden, wenn die Buhne ſehr groß, oder wenn ſie in einer natürlichen Stromenge angelegt iſt.

§. 7.

Bei ſehr hohem Waſſer, welches über die Buhne wegſtrömt, erzeugt der in Rede ſtehende Aufſtau einen Ueberſturz über die Buhne, deſſen Gewalt, oder Geſchwindigkeitshöhe, mit der Höhe der Buhnenkrone über dem Flußbette, zunehmen muß; denn je höher die Buhne iſt, deſto mehr ſchränkt ſie das Profil ein. Da es hier aber nur auf die relative Beſchränkung des Profils ankommt; ſo ſieht man zugleich, daß der Aufſtau und Ueberſturz deſto unbedeutender werden müſſen, je höher der Waſſerſtand des Fluſſes iſt, weil mit dem höhern Waſſerſtande nothwendig auch die abſolute Größe des Profils zunimmt.

Vom natürlichen Stromgefälle.

§. 8.

Wird in einem Strome EF (nach Taf. XXVI, Fig. 4) eine Buhne AC angelegt, ſo bewirkt der nothwendig erzeugte, in den vorigen §§ betrachtete Aufſtau, und die durch ihn hervorgebrachte Zunahme der Stromgeſchwindigkeit, daß alles Waſſer, welches

vorher durch das Profil AH=BG abfloß, jetzt durch DH=CG abfließen könne. Demunerachtet muß aber der Strom auch noch ſein natürliches Gefälle längs der Buhne beibehalten, um den Abfluß von H nach G zu bewirken. Vermöge dieſes Gefälles wird alſo, nach wie vor, das Waſſer in A deſto höher über dem Waſſer in B erhoben ſtehen, je größer das ordinaire Stromgefälle auf die Diſtanz AB iſt, d. h. wenn wir bei demſelben Strom bleiben, je länger oder je flach declinanter die Buhne iſt. Beim mittleren Waſſerſtande, wo kein Ueberſturz über die Buhne ſtatt findet, wird, wenn man die Adhäſion vor der Hand noch außer Acht läßt, das Waſſer im Dreieck ABC völlig horizontal ſtehen, und derſelbe Unterſchied, der zwiſchen dem Waſſerſtande bei A und bei B ſtatt finden ſollte, wird zwiſchen dem Waſſer vor der Buhne bei A oder D und dem hinter der Buhne bei a, ſtatt finden müſſen.

§. 9.

Beim mittleren Waſſerſtande fließt alles durch AD im Strom herabkommende Waſſer ſeitwärts bei der Buhne vorbei, beim hohen Waſſerſtande aber gilt dieß nur von einem Theil des Waſſers aus AD, indem ein zweiter Theil über die Krone wegſtürzt, und zwar wird dieſer zweite Theil deſto größer ſeyn, je kleiner die Höhe der Buhne im Verhältniß zur ganzen Waſſertiefe iſt. Flöſſe alles durch AD herabkommende Waſſer über die Buhne weg, ſo müßte es, wie bei einem gewöhnlichen Wehr, hinter der Buhne eben ſo ſchnell, und mit eben dem Gefälle abfließen, womit es vorne zufließt, d. h. das Gefälle des Fluſſes würde auf den Unterſchied der Waſſerhöhe vor und hinter der Buhne keinen Einfluß haben. Weil aber ein Theil dieſes Waſſers ſeitwärts wegfließt, ſo muß das Waſſer hinter der Buhne eine kleinere Geſchwindigkeit, und ein kleineres Gefälle haben, als neben der Buhne, oder gewöhnlich auch, als das natürliche Gefälle oberhalb und unterhalb der Buhne, ſo daß, wenn AC auf Taf. XXVI, Fig. 5, ein Längenprofil der Buhne darſtellt, das Waſſer vor ihr ein Gefälle αC, und das hinter ihr ein Gefälle βC haben müßte. Der Unterſchied beider Gefälle trägt offenbar dazu bei, die Höhe und Gewalt des Ueberſturzes zu verſtärken, der ſich beſonders an der Wurzel der Buhne zeigt. Findet gar kein Ueberſturz ſtatt, ſo iſt βC horizontal, oder das Waſſer hinter der Buhne fließt gar nicht ab, und der Unterſchied der Waſſerhöhen wird dann ein Maximum. Je mehr Waſſer aber über die Buhne wegfließt, deſto näher kommen αC und βC zuſammen, und wenn der überfließende Theil des Waſſers aus AD, unendlich vielemale größer iſt, als der ſeitwärts abfließende, ſo wird der in Rede ſtehende Unterſchied des Gefälles unendlich klein. Bei derſelben Waſſertiefe wird alſo das Gefälle oder die Gewalt des Ueberſturzes deſto größer ſeyn, je höher die Krone der Buhne liegt.

Anmerkung. Man darf nicht glauben, daß die Wirkung des Gefälles nicht merklich ſeyn könne, da das Gefälle auf die Länge der Buhnen doch nur ſehr klein ſey. Auf die Länge einer Buhne von 100 Ruthen können ſelbſt große und nicht außerordentlich geſchwind fließende Ströme 3 bis 4 Zoll Gefälle haben, und zu dieſem Gefälle, als Geſchwindigkeitshöhe betrachtet, gehört ſchon eine Geſchwindigkeit von 4 bis 4½ Fuß; das gibt alſo eine Geſchwindigkeit des Ueberſturzes, die große Ströme nicht ſo leicht haben.

Adhäſion der Waſſertheile.

§. 10.

Vermöge der Adhäſion der Waſſertheile untereinander, theilt jeder geſchwinder bewegte Waſſerfaden dem angränzenden langſamer bewegten oder ruhenden Waſſer ſeine Bewegung mit, und bewegt ihn zum Theil mit ſich fort. Beim mittleren Waſſerſtande, (Fig. 4.) wo alles Stromwaſſer mit vermehrter Geſchwindigkeit am Buhnenkopfe C vorbeifließt, wird dieß Waſſer das angränzende ruhige Waſſer hinter dem Buhnenkopfe ſtark mit ſich fortreißen; dieß Waſſer muß folglich durch anderes von I her, das Waſſer aus I von B, und das aus B wieder von E her erſetzt werden, wodurch die Drehen oder Wirbel am Kopfe der Buhnen erzeugt werden, die folglich um ſo heftiger ſeyn müſſen, je größer die Geſchwindigkeit der dicht am Buhnenkopf vorbei ſtrömenden Waſſerfäden iſt. Außerdem wirkt aber das unterhalb der Buhne abfließende, auf das hinter der Buhne ruhig ſtehende Waſſer auch auf gewiſſe Weiſe noch, wie durch Anſaugung, und macht, daß das Waſſer in A unterhalb der Buhnenwurzel niedriger als oberhalb der Buhne ſtehen müſſe, inſofern nämlich die Buhne waſſerdicht iſt.

§. 11.

Beim hohen Waſſerſtande rührt die Wirkung der Adhäſion, ſo wie die des natürlichen Stromgefälles, von dem verhältnißmäßigen Theil der ganzen Waſſermenge her, welcher ſeitwärts am Kopf der Buhne vorbeifließt. Das überſtürzende Waſſer kann ſeine Adhäſion nicht äußern. Je größer aber der ſeitwärts nach dem Buhnenkopfe gepreßte und hier auch mit um ſo größerer Geſchwindigkeit vorbei fließende Waſſer-Antheil iſt, deſto heftigere Wirbel werden (nach dem vorigen §.) am Buhnenkopfe entſtehen, und deſto auffallender wird der durch die Anſaugung erzeugte Unterſchied der Waſſerſtandshöhe vor und hinter der Buhnenwurzel ſeyn, welcher Unterſchied die Gewalt des über die Buhne überſtürzenden Waſſers offenbar noch, wie wenig es auch ſey, vermehren muß.

Anmerkung. Die Doſſirung des Buhnenkopfes iſt das ſicherſte Mittel, den er-

wähnten Wirbeln vorzubeugen, indem ſie ſelbige an verſchiedene Stellen verlegt, und dadurch zerſtreut und ſchwächt; denn offenbar muß die Drehungs-Axe eines jeden Wirbels beſtändig vertical ſeyn.

Ueber die Vertheilung des Aufſtaues im ganzen Strom.

§. 12.

Jeder Strom-Einbau ſchmälert das Stromprofil; und zwar nennt man dieſe Schmälerung plötzlich, wenn auf das natürliche weite Stromprofil unmittelbar, oder doch ſehr bald, ein viel engeres folgt; wie dieß bei großen ſenkrecht gegen den Stromſtrich gerichteten Buhnen der Fall iſt; man ſagt dagegen, das Stromprofil erleide nur eine allmählige Schmälerung, wenn unmittelbar auf das weitere Profil nur ein ſehr wenig engeres folgt: ein Fall, der bei flach declinanten Buhnen eintritt. Auf die mittlere Geſchwindigkeit hat dieſer Unterſchied keinen weſentlichen Einfluß, indem die Geſchwindigkeit hauptſächlich von der Weite des Profils abhängt. Einen deſto größeren Einfluß hat aber die Art der Verengung, auf den Unterſchied in den einzelnen Geſchwindigkeiten, an verſchiedenen Stellen des Profils; und zwar lehrt die Erfahrung ganz allgemein, daß plötzliche Verengung auch plötzlichen Aufſtau, und große Vermehrung der Geſchwindigkeit an der verengten Stelle, allmählige Verengung aber viel weniger merklichen Aufſtau, und gleichförmigere Geſchwindigkeit im ganzen Profil erzeuge. Man kann ſich dieß vielleicht auf folgende Art erklären.

§. 13.

Fließen, nach Taf. XXVI, Fig. 6 und 7 in einem Stromprofil oder wenigſtens in dem Theil AB eines Stromprofils Fig. 6 alle Waſſerfäden mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit ruhig ab, und wird dem Abfluß der Waſſerfäden zwiſchen A und F ein Hinderniß CD in den Weg geſtellt; ſo müſſen ſie ſich vor demſelben bei h aufſtauen, und zwar ſo ſtark, daß der Aufſtau ihnen eine Geſchwindigkeit bei D und von h nach D mittheilt, die alles Waſſer, was vorher durch AF floß, bei D vorbei treibt. (Bei großen ſenkrechten Buhnen beträgt dieſer Aufſtau unmittelbar am Kopfe oft einen oder ein Paar Zolle, und iſt ſehr ſichtbar.)

Der Aufſtau theilt ſich zwar auch den übrigen Waſſerfäden zwiſchen D und E mit; allein kaum iſt die Geſchwindigkeit der nächſten Waſſerfäden dadurch vermehrt, ſo ſind ſie auch ſchon bei D vorbei, und da die Waſſerfäden unterhalb CD ungeſtört abfließen können, ſo entſteht gleich ein Rückgefälle, und eine Geſchwindigkeit von D nach i, wo-

durch die Mittheilung der Geſchwindigkeit nach E hin aufgehoben wird, ohne daß die von D entfernten Waſſerfäden dadurch in ihrem Lauf die geringſte Veränderung erlitten haben. Nur wenn CD im Verhältniß von CE ſehr groß iſt, erſtreckt ſich die Vermehrung der Geſchwindigkeit bis E.

Geſchieht dagegen die Verengung nach Fig. 7 ganz allmählig, ſo werden die bei a vorbei fließenden Waſſerfäden bei g aufgehalten, etwas angeſtauet, aber auch gleich ſeitwärts abgelenkt, und erhalten durch den Aufſtau eine große Geſchwindigkeit, die ſie den Waſſerfäden bei K, dieſe den bei l u. ſ. w. mittheilen. Die Waſſerfäden K und l erfahren überdieß eben dieſen Widerſtand bei der Buhne, und werden eben ſo in ihrer Bewegung beſchleuniget. Während der ganzen Zeit des Abfluſſes längs der Buhne, theilt ſich alſo der Aufſtau den näher bei e fließenden Waſſerfäden mit, und wäre g d nur lang genug, ſo würden die Waſſerfäden zwiſchen d und e unter einander eben ſo gleiche Geſchwindigkeiten annehmen, als ſie ſie oberhalb der Bühne zwiſchen a und b hatten.

In der Folge wird ſich oft Gelegenheit finden, auf dieſen wichtigen §. zurückzukommen.

Von den ſenkrechten Buhnen (beim Mittelwaſſer.)

§. 14.

Die ſenkrechten Buhnen verengen den Strom und vermehren die Geſchwindigkeit beim Mittelwaſſer (das nicht über ihre Krone tritt) jedesmal plötzlich, und zwar deſto ſtärker, je länger ſie ſind, und je größer die Geſchwindigkeit des Stroms an der Stelle des Einbaues ſchon vorher war. Hat der Strom, z. B. in einer Serpentine, in der einen Hälfte des Profils (am concaven Ufer) dreimal ſo viel Geſchwindigkeit als in der andern, und beſchränkt die am concaven Ufer gebaute Buhne ſein Profil, dem Raum nach, um die Hälfte, ſo wird der Strom offenbar in der andern Hälfte ungefähr viermal ſo ſchnell fließen müſſen, als er vorher in dieſer Hälfte floß, weil er ſonſt nicht alles Waſſer abführen könnte. Wird dagegen eine eben ſo große Buhne am convexen Ufer gebauet; ſo wird die Geſchwindigkeit in der offen bleibenden Hälfte gegen die bisherige Geſchwindigkeit nur ungefähr in dem Verhältniß drei zu vier vermehrt werden dürfen, und dadurch doch auch alles Waſſer des Stroms abgeführt werden. Man ſieht daraus leicht, daß die Stärke der Veränderung, die gleich große Buhnen im Strom hervorbringen, vorzüglich von der Stelle abhängt, wo man ſie anlegte.

Die Geſchwindigkeit am Kopf der ſenkrechten Buhnen wird, nach §. 12, wegen der plötzlichen Verengung, gewöhnlich über die in §. 2 mit 'v bezeichnete vergrößert, und alſo hier Erweiterung des Profils hervorgebracht, d. h. die ſenkrechten Buhnen erzeugen

am Kopfe gewöhnlich tiefe Ausſpülungen, und werden dadurch häufig ſo unterſpült, daß der Kopf ganz verſinkt. Selbſt wo der Strom ein großes Profil hat, und wo alſo ſeine mittlere Geſchwindigkeit nur klein iſt, kann die Geſchwindigkeit am Kopf, nach §. 13, ſehr vergrößert, und dieſer unterſpült werden.

§. 15.

Das natürliche Stromgefälle kommt bei den ſenkrechten Buhnen für die Zeit des Mittelwaſſerſtandes gar nicht in Betracht, da es auf die Breite der Buhnen außer Acht gelaſſen werden kann; deſto auffallender zeigt ſich hier aber die Wirkung der Adhäſion.

§. 16.

In den Winkeln, wo die Buhne ans Ufer anſchließt, oberhalb ſowohl als unterhalb der Buhne, häuft ſich eine Waſſermaſſe an, die weder durch das Stromgefälle, noch durch den Aufſtau der Buhne, zugleich mit dem übrigen Waſſer, abgeführt werden kann, weil der Weg, den das Waſſer dicht um die Buhne herum machen müßte, und alſo auch die Geſchwindigkeit, womit es ihn zurücklegen müßte, wenn es eben ſo ſchnell abfließen ſollte, als das andere Waſſer, das einen kurzen Weg zurücklegt, viel zu groß ſeyn würde, als daß der oben erwähnte Aufſtau dieſe Geſchwindigkeit hervorbringen könnte; denn offenbar müßte dieß Waſſer in eben der Zeit von m nach n kommen, in welcher das andere Waſſer von o bis p fließt.

Die Ecken m und n enthalten alſo ſtehendes, oder wenigſtens ſehr langſam bewegtes Waſſer, auf welches das ſchneller bewegte Waſſer bei D, vermöge der Adhäſion, ſehr ſtark einwirkt, und daher häufig in m, noch öfter und beinahe jedesmal in n, ſehr ſtarke Wirbel erzeugt, die bisweilen einen Kreis beſchreiben, deſſen Durchmeſſer beinahe der Buhnenlänge CD gleich kommt. Dieſes unvermeidliche Wirbeln hat die ſenkrechten Buhnen bei mehreren Hydrotekten in einen übeln Ruf gebracht; allein des Wirbelns unerachtet, verlanden die Ecken m und n faſt bei allen Buhnen der Art: denn die Geſchwindigkeit, mit der das Waſſer im Wirbel bewegt wird, iſt doch faſt immer, im Vergleich mit der Abflußgeſchwindigkeit bei D nur ſehr klein; alle Sinkſtoffe, die das Waſſer mitführt, und beſonders die Erdtheile, die es am Kopf der Buhne ausſpült, und aufnimmt, kann es daher, gerade da, wo die Wirbel ſtatt finden, abſetzen, und ſtatt dieß zu verhindern, dienen die Wirbel oft nur dazu, die abzuſetzenden Sinkſtoffe, in den Winkeln m und n, beſſer auszubreiten. Sobald ſich hier eine bedeutende Erdmaſſe angehäuft hat, fehlt es auch an Platz zum fernern Wirbeln, und die Verlandung der Ecken

wird immer mehr befördert, bis die Buhne zuletzt an der Wurzel ganz verlandet, aber vorne gewöhnlich unterſpült oder gar nachgeſtürzt iſt.

Iſt die Geſchwindigkeit des ganzen Stroms, und nicht bloß die am Buhnenkopf, ſehr groß, ſo wirkt die Adhäſion offenbar auch nicht bloß an einem Punct dicht bei D, ſondern auf eine ganze Strecke weiter unterhalb und oberhalb, wo das ſchnell fließende Stromwaſſer das weniger ſchnell bewegte oder durch die Buhne in ſeinem Lauf aufgehaltene Waſſer, berührt; es kann alſo in dieſem Fall bisweilen ein Wirbeln entſtehen, das zu heftig iſt, um Verlandung zu geſtatten.

§. 17.

Ganz andere Wirkungen auf die ſenkrechten Buhnen äußert das hohe, oder über die Buhnenkrone übertretende Waſſer auf ihre Verlandung oder Ausſpülung. Die Verengung des Stromprofils wird hier verhältnißmäßig kleiner, als ſie beim Mittelwaſſer war, weil die abſolute Größe des Profils zunimmt. Inſofern aber das Hochwaſſerprofil nicht in eben dem Verhältniß wächſt, als die Waſſermenge ſelbſt ſich vermehrt hat, ſo wird die Geſchwindigkeit bei hohem Waſſerſtande im ganzen Strom, und folglich auch die Geſchwindigkeit am Kopf der ſenkrechten Buhne, doch noch größer, als beim Mittelwaſſer ſeyn. Der Buhnenkopf wird alſo, vorzüglich zur Zeit des hohen Waſſers, der Gefahr des Unterſpülens ausgeſetzt werden, und zwar nimmt dieſe Gefahr mit der Länge der Zeit oft ſehr zu, denn je mehr das Strombette an der Buhne ausgeſpült, oder je mehr das Profil an dieſer Stelle erweitert wird, deſto mehr zieht ſich die ganze Waſſermaſſe des Stroms nach der Seite der Buhne, und ſtatt daß die ſenkrechte Buhne den Strom an das jenſeitige Ufer weiſen ſollte, zieht ſie ihn vielmehr davon ab. Iſt aber das Hochwaſſerprofil auch wirklich hinreichend weit, ſo wird die Geſchwindigkeit des Stroms in ſeinem eigentlichen Bette, wo die Buhne liegt, doch ſicher nicht viel kleiner ſeyn können, als beim Mittelwaſſer, indem das Verhältniß vom Umfang des Profils zu deſſen Inhalt, da, wo der Strom über den Ufern ſteht, immer ſehr bedeutend iſt, und hier alſo bekanntlich keine große Geſchwindigkeit ſtatt haben kann.

Am Kopf der ſenkrechten Buhnen iſt daher beim Mittel- und hohen Waſſer heftige Ausſpülung, wenn der Boden nicht ſehr feſt, oder die Geſchwindigkeit des Stroms nicht ſehr klein, d. h. wenn V nicht viel kleiner als $'v$ iſt, (§. 2) unvermeidlich.

§. 18.

Das natürliche Stromgefälle äußert ſeine Wirkungen bei ſenkrechten Buhnen, zur Zeit des hohen Waſſers, viel mehr, als es beim mittleren Waſſerſtande geſchieht;

es hat indeſſen doch immer nur wenigen Einfluß. Bloß inſofern, als das Waſſer oberhalb und unterhalb der Buhne in größerer Tiefe, als gerade auf der Buhnenkrone ſelbſt abfließt, alſo auch oberhalb und unterhalb eine kleinere Geſchwindigkeit, und geringeres Gefälle annimmt, häuft ſich das natürliche Stromgefälle über der Buhne an, und äußert ſich beim Ueberſturz des Waſſers, wo es, beſonders wenn die Buhnenkrone ſehr niedrig liegt, (und wenn alſo wohl eben ſo häufig ein Ueberſtürzen, d. h. hohes Waſſer, als ein Vorbeifließen, d. h. Mittelwaſſer, ſtatt findet,) die Verſandung der Ecken verzögern, oder gar den beim Mittelwaſſer angeſetzten Sand wegnehmen kann, indem das durch die Verengung des Stromprofils erzeugte Gefälle hier nun mit dem natürlichen Stromgefälle vereiniget wirkt. Je ſtärker daher die Stromverengung iſt, d. h. je kleiner das Hochwaſſerprofil iſt, oder je weniger ſich das hohe Waſſer (beſonders auf der Seite der Buhne) ausbreiten kann, deſto mehr wird man die Nachtheile des Ueberſturzes wahrnehmen. Zur Verhütung dieſer Nachtheile gibt es durchaus kein kräftigeres Mittel, als — Bepflanzung der Buhnenkrone. Iſt die Buhne mit Strauch bewachſen; ſo iſt man vor dem zu heftigen Ueberſturz des Waſſers, und ebendaher auch vor dem Auskolken an der Wurzel der Buhne, ſehr geſichert.

Das hohe über die Buhne ſtrömende Waſſer trägt aber auch häufig zur Verſandung derſelben bei. Inſofern nämlich weder das natürliche Stromgefälle, noch das durch die Verengung des Profils erzeugte, ſehr groß ſind, und dem Ueberſturz alſo auch keine große Gewalt ertheilen können; und inſofern der Strom viele Sinkſtoffe mit ſich führt, wird er dieſe auch leicht in dem ruhigen Waſſer oberhalb und unterhalb der Buhne abſetzen.

§. 19.

Was endlich die Adhäſion betrifft; ſo wirkt auch dieſe nicht gerade zum Nachtheil der Verlandung ſenkrechter Buhnen beim hohen Waſſerſtande. Das Wirbeln des Stroms wird zwar auch noch ſtatt finden, aber nicht gerade ſtärker, ſondern im Gegentheil ſchwächer, als zur Zeit des Mittelwaſſers, und zwar deſto ſchwächer, je freier das Waſſer über die Buhne ſtrömt. Das überſtrömende Waſſer kann nämlich durch die Adhäſion keine merkliche Wirkung hervorbringen: alles kommt alſo hier, wie §. 16, darauf an: ob das Stromprofil ſehr enge iſt. Iſt dieß der Fall, ſo werden die Wirbel auch zur Zeit des hohen Waſſers ſehr heftig, und die vom Strom mitgeführten Sinkſtoffe ſind entweder ſchwer genug, um von den Wirbeln nicht mitgeriſſen zu werden, dann entſteht unterhalb der Buhne, der Wirbel unerachtet, einige Verlandung; oder ſie ſind dazu nicht ſchwer genug, dann erzeugen die Buhnen unterhalb, und zum Theil auch oberhalb in den Wirbeln, mehrere Tiefe, ſtatt zu verlanden.

§. 20.

Das beſte Mittel, den Wirbeln und ihrem ſehr nachtheiligen Einfluß vorzubeugen, iſt, der Buhne, auf den Seiten und am Kopfe, eine flache Doſſirung zu geben. Wie flach ſie ſeyn müſſe, läßt ſich zuvor nicht beſtimmen; es ſcheint aber, als könne ſie nicht zu flach ſeyn. Die Doſſirung der Buhne zertheilt die Wirbel, indem ſie ihnen nahe an der Buhne, wo ſie eigentlich nur heftig ſtatt finden können, keine große Tiefe und alſo auch keine große Geſchwindigkeit geſtattet, weil die Drehungs-Axen der Wirbel immer vertical ſeyn müſſen, und weil ſich nahe an der Krone der Buhne, wo gerade die ſtärkſte Geſchwindigkeit ſtatt finden muß, keine große verticale Tiefe befinden kann. Daß aber die Wirbel nur dicht an der ſenkrechten Buhne heftig und nachtheilig ſeyn können, folgt ſchon aus §. 13 und §. 10.

Eine große Anzahl ſenkrechter Buhnen auf dem Rhein zwiſchen Rees und Nymwegen, bieten eben ſo viele Beiſpiele für die Behauptungen dieſer §§. dar. Die Buhnen, die das Stromprofil nur nicht ſehr unter die Normalweite einengen, und die gut doſſirt ſind, wie z. B. ein Paar Buhnen bei Schenkenſchanz, erzeugen ſehr große, aber langſame flache Wirbel, und verlanden demunerachtet: dagegen erzeugen die ſchlecht doſſirten, vorne oder an den Seiten ſteilen Buhnen die heftigſten Wirbel, welche keine Verlandung zugelaſſen haben.

§. 21.

Ein zweites Mittel zur Verhütung der Wirbel ſind die Hülfsbuhnen, Sicherungs-Buhnen oder Pflanzungsköpfe; nämlich kleine ſenkrechte Buhnen, die in einiger Entfernung von der Hauptbuhne, oberhalb und unterhalb derſelben, angelegt werden: wie r in Fig. 6. Sie dienen eigentlich dazu, nahe an der Buhne, und beſonders am Ufer, ruhiges Waſſer zu erzeugen, und den Wirbeln den Platz zu beſchränken. Sollten, der Hülfsbuhnen unerachtet, heftige Wirbel entſtehen, ſo müßten ſie ganz nahe an der Hauptbuhne ſtatt finden, wo die Doſſirung ſie aber nicht zuläßt. Am Rhein, beſonders zwiſchen Ruhrort und dem Pannendenſchen Kanal, finden ſich viele Beiſpiele ſolcher Hülfsbuhnen, die ihren Zweck durchgehends erreicht zu haben ſcheinen, wo die Hauptbuhne gehörige Doſſirung hatte. Fehlt aber dieſe, ſo tragen ſie nur dazu bei, die Wirkung der Adhäſion oder den Unterſchied zwiſchen der Geſchwindigkeit des vorbeifließenden Stromwaſſers, und des am Ufer zwiſchen den Buhnen faſt ſtill ſtehenden Waſſers zu vergrößern; ſie veranlaſſen dadurch folglich ein noch heftigeres, ſehr nachtheiliges Wirbeln, dicht an der Buhne ſelbſt, bei welchem dann nicht auf Verlandung zu rechnen iſt. Die Hülfsbuhnen führen uns zu den nahe bei einander liegenden ſenkrechten Buhnen.

§. 22.

Mehrere in geringer Entfernung von einander, an einem und demſelben Ufer angelegte ſenkrechte Buhnen äußern gewöhnlich die Vorzüge der ſenkrechten Buhnen, ohne damit die ihnen zuzuſchreibenden, oben aus einander geſetzten Nachtheile in ſo hohem Maaße zu verbinden.

Beim Mittelwaſſer wird zwar das Stromprofil durch viele gleich lange Buhnen nicht mehr und nicht weniger verengt, als durch eine einzige; aber die Verengung geſchieht nur bei der erſten Buhne plötzlich, und kann doch auch lange nicht eine ſo große Geſchwindigkeit am Kopf erzeugen, als wenn die Buhne allein läge, indem das Waſſer dicht unterhalb der erſten und zwiſchen der erſten und zweiten Buhne, wenn nur beide nicht zu weit von einander entfernt ſind, beinahe ſtill ſtehen muß, und alſo der §. 13 angegebene Grund zur Erzeugung einer großen Geſchwindigkeit am Buhnenkopf, nämlich das Umbiegen der Waſſerfäden um den Kopf, nur für die obere Ecke des Kopfes gilt, und die Geſchwindigkeit ſich alſo mehr als bei einer iſolirten Buhne dem ganzen Strom mittheilen wird. Die zweite und die folgenden Buhnen leiden offenbar noch geringern Anfall am Kopf, und tragen immer mehr dazu bei, die wegen des kleinen Profils erforderliche größere Geſchwindigkeit auf den ganzen Strom zu vertheilen. Die Verengung des Stromprofils hat alſo hier nicht völlig ſo nachtheilige Folgen, inſofern nur die Buhnen nahe genug zuſammen liegen, um das Fließen des Waſſers zwiſchen einander zu verhüten.

Das Stromgefälle ſowohl als die Adhäſion können ihre nachtheiligen Folgen hier auch lange nicht ſo ſtark als bei einzelnen Buhnen äußern, weil der Strom mit viel gleichförmigerer, alſo dicht an den Buhnen mit weit geringerer Geſchwindigkeit fließt, und bei der Buhne ein viel geringerer Aufſtau ſtatt findet. Doch gilt dieß offenbar nur von den folgenden Buhnen, die erſte ſenkrecht liegende Buhne würde noch der in §. 15 und 16 geſchilderten Gefahr ganz ausgeſetzt bleiben.

§. 23.

Beim hohen Waſſerſtande gewährt das Aneinanderliegen mehrerer ſenkrechten Buhnen eben ſolche Vortheile, als beim mittlern Waſſerſtande. Die Ausſpülung am Kopfe wird aus den im vorigen §. 22 angeführten Gründen auch in dieſem Fall merklich vermindert. Der Ueberſturz, inſofern er vom natürlichen Stromgefälle herrührt, müßte zwar eben derſelbe bleiben; allein da vorzüglich der durch Verengung des Stroms erzeugte Aufſtau den Ueberſturz gefährlich macht, und dieſer Aufſtau hier, wegen der gleichförmigen Geſchwindigkeit der Stromfäden, dicht an der Buhne weniger merklich iſt,

als bei einzeln liegenden Buhnen; ſo wird auch der Ueberſturz hier viel weniger Schaden thun können, als bei jenen.

Endlich die Adhäſion betreffend, ſo muß ſie ſich offenbar deſto weniger äußern, je mehr die durch die Buhnen-Anlagen vergrößerte Geſchwindigkeit dem ganzen Strom mitgetheilt iſt: aus den in vorſtehendem §. angezeigten Gründen, wird ſie alſo auch beim hohen Waſſer keine ſo ſehr nachtheiligen Wirbel erzeugen können.

§. 24.

Alle jene Vorzüge der nahe an einander liegenden ſenkrechten Buhnen finden offenbar nur ſtatt, wenn ſie nahe genug an einander liegen, und es iſt daher ſehr wichtig, zu beſtimmen, wie weit aus einander ſie liegen müſſen. Dieſe Frage läßt ſich allgemein nicht beantworten; allein aus mehreren Erfahrungen ſcheint zu folgen, daß die vortheilhafteſte Entfernung zwiſchen die einfache und doppelte Länge der Buhnen treffe.

Lägen die Buhnen gar zu nahe, ſo würde der Strom wahrſcheinlich die Ecken, wo ſie ans Ufer anſchließen, nicht gut verſanden können. Sind ſie aber viel über ihre doppelte Länge von einander entfernt, ſo zeigt die Erfahrung, daß die Vortheile, die die Zuſammenſtellung hat, ſchon ziemlich verloren gehen. Bei Buhnen, die an der concaven Seite einer engen Stromſerpentine liegen, iſt es noch nöthiger, ſie nahe an einander aufzuführen, weil der Strom hier ſchon durch ſeine Richtung die Bewegung des Waſſers zwiſchen den Buhnen zu vermehren veranlaßt wird. Hülfsbuhnen zwiſchen mehrern ſenkrechten Buhnen verhüten zwar das Wirbeln, und befördern alſo die Verlandung; allein ſie gewähren nicht den Vortheil, daß die größere Geſchwindigkeit im ganzen Strom vertheilt werde, und ſo entſteht, der Hülfsbuhnen unerachtet, am Kopf der Hauptbuhne eine nur deſto ſtärkere Ausſpülung.

§. 25.

Aus dem bisher über die ſenkrechten Buhnen Angeführten, ergeben ſich nun einige Reſultate für die Anwendung, die wir hier näher aus einander ſetzen, und zugleich auch ein Paar Beiſpiele zur Beſtätigung derſelben anführen wollen.

Der erſte Folge-Satz iſt: Senkrechte Buhnen verurſachen an ihrem Kopfe in der Regel Vertiefung oder Ausſpülung des Strombettes, und zwar iſt dieſe deſto größer, je weniger der Strom ſich da, wo die Buhne liegt, ausbreiten kann, und je heftiger der Strom das Ufer, vor dem die Buhne liegt, anfiel, nach §. 14 und 17.

Der zweite Satz iſt: Bei einzelnen, dem Strom-Anfall in ihrer gan-

zen Länge ausgeſetzten Buhnen, iſt die Vertiefung am Kopf größer, als bei mehreren nahe hinter einander liegenden. §. 22 und §. 23.

Dritter Satz: Senkrechte Buhnen, die gehörige Doſſirung haben, verſanden beim Mittelwaſſer an ihrer Wurzel faſt ohne Ausnahme; behalten dieſe Verſandung aber nur, wenn der Strom ſich beim hohen Waſſerſtande genug ausbreiten kann. §. 18 und §. 20.

Vierter Satz: Die Verſandung wird durch Hülfsbuhnen befördert und ſelbſt in engen Hochwaſſer-Profilen erhalten, wenn die Buhnenkrone nur gehörig begrünt iſt, oder auch, wenn mehrere ſenkrechte Buhnen nahe genug an einander liegen. Hieraus folgt endlich

Fünftens: daß ſenkrechte Buhnen zwar in ſehr vielen Fällen zur Sicherung eines ſtark abbrechenden Schaart-Ufers benutzt werden können, daß ſie aber nicht leicht zur Ableitung des Stroms überhaupt dienen, ſondern dieſen vielmehr durch die an ihrem Kopf erzeugte Tiefe dicht an dieſen Kopf, und alſo oft auch noch näher ans Ufer, heranziehen.

§. 26.

Als Beiſpiel für jene Sätze führe ich hier die Gegend des Griether-Buſch im Herzogthum Cleve, zwiſchen Rees und Emmerick an, wo, nach Herrn Wiebeking, bisher der ſtärkſte Ufer-Abbruch am ganzen Rhein ſtatt fand, indem er im Durchſchnitt jährlich ſieben Ruthen betrug. Eine enge, ſtark gekrümmte Stromſerpentine, auf der rechten concaven Seite mit ziemlich hohen Ufern, auf der linken mit einer beſtändig zunehmenden Verſandung, hatte den Strom ſo heftig an das concave Ufer gedrängt, daß die Serpentine mit jedem Jahr gefährlicher und der Abbruch heftiger wurde; die Tiefe betrug beim kleinen Waſſerſtande hart am Ufer 18 Fuß und darüber. Um das Ufer zu decken, bauete man am concaven Ufer fünf ſenkrechte Buhnen, deren Entfernung von einander aber ſehr groß (etwa auf ihre zehnfache Länge) beſtimmt werden mußte, weil es an Fonds zur Aufführung mehrerer Werke fehlte. Um das zu heftige Wirbeln zu verhüten, wurden zwiſchen den Hauptwerken mehrere kleine Hülfsbuhnen gelegt. Der Erfolg davon war eine ſo ſtarke Verſandung am Anſchluß oder an der Wurzel aller dieſer Werke, daß man im Jahre 1803 den Sand längs den Ufern ſchon hatte bepflanzen können, wodurch alſo das Ufer völlig geſichert, aber freilich auch der Strom am Kopf der Buhne äußerſt heftig geworden war.

An allen dieſen Buhnen fanden ſehr heftige Wirbel und von einer bis zur andern, längs den Ufern, Rückſtröme ſtatt; man ſieht alſo, daß dieſe, ſo gefährlich ſie ſcheinen,

wirklich der Verſandung nicht geradezu hinderlich ſind. Beim ganz hohen Waſſer haben dieſe Werke nicht beſonders viel auszuhalten, weil die Deiche vom Ufer ſehr entfernt liegen, d. h. weil das Hochwaſſerprofil ſehr groß, und alſo auch der Ueberſturz (§. 18) unbedeutend iſt.

Nicht weit unterhalb des Griether-Buſch am Palmer-Waard, wo der Strom das rechte Ufer gleichfalls anfällt, liegen auch einige ziemlich große ſenkrechte Buhnen, nebſt ein Paar kleinen Hülfsbuhnen. Ein ſehr auffallender Mangel an Doſſirung dieſer Buhnen, ihre große Entfernung von einander, und beſonders der Umſtand, daß ſie das Stromprofil nicht, wie beim kleinen und Mittelwaſſer, unter die Normal-Breite einſchränken, ſondern daß auch das Hochwaſſerprofil hier außerordentlich enge iſt, ſcheinen die Urſache davon zu ſeyn, daß dieſe Buhnen keine ſo vortheilhafte Verlandung als die vorigen erzeugt haben: theils die ganz außerordentlich heftigen Wirbel, die hier ſtatt finden, theils der bei hohem Waſſer ſtatt findende heftige Ueberſturz, dürften dieß nach §. 18 und §. 20 ziemlich erklären.

Als drittes Beiſpiel führe ich bloß noch die Gegend von Peppelgraf unterhalb Pannerden am Niederrhein an, wo ein hohes heftig abbrechendes Ufer, durch fünf ſehr nahe an einander gelegte ſenkrechte Buhnen, ſo vortrefflich gedeckt iſt, daß man zwiſchen ihnen eine anſehnliche Pflanzung hat anlegen können. Hier konnte auch das hohe Waſſer nicht ſo ſehr nachtheilig wirken, weil dieß ſich größtentheils erſt durch den alten Rheinlauf, dicht unterhalb Peppelgraf, in den Niederrhein ergießt. Die Tiefe am Kopf dieſer Werke betrug im Jahre 1803, beim kleinen Waſſerſtande, 20 bis 27 Fuß. Dieß darf aber nicht gerade viel ſcheinen, wenn man bedenkt, daß ſie am Kopfe einzeln liegender ſenkrechter Buhnen 40 bis 50 Fuß betrug, obgleich auch bei dieſen an der Wurzel Verlandung entſtanden war.

An ein Paar Werke bei Schenkenſchanz, iſt ſchon §. 20 gedacht.

Von den ſchiefliegenden (declinanten) Buhnen.

§. 27.

Declinante Buhnen verengen das Stromprofil beim Mittelwaſſer gerade eben ſo, als gleich weit in den Strom vortretende ſenkrechte Buhnen. Die Verengung findet hier aber nicht plötzlich, ſondern, nach §. 12, nur allmählig ſtatt, und die Geſchwindigkeit wird alſo auf den ganzen Strom deſto beſſer vertheilt, je flacher die Buhne liegt. Nur beſondere Local-Umſtände, die die Ausbreitung des Stroms, oder die Erweiterung des Profils an einer andern Stelle nicht zulaſſen, können dazu beitragen, am Kopf der Buh-

nen ſehr groſze Geſchwindigkeit und Tiefe zu erzeugen, in der Regel wird das Waſſer zwar mit etwas gröſzerer Geſchwindigkeit längs der Streichlinie der Buhne als in der Mitte des Stroms flieſzen, und daher dort auch etwas gröſzere Tiefe ſtatt finden; allein dieſe kommt gegen die bei ſenkrechten Buhnen ſtatt findende Ausſpülung am Kopfe, gar nicht in Betracht, und es iſt daher auch ein weit ſeltnerer Fall, daſz der Kopf einer declinanten Buhne nachſtürzen ſollte; wenn dieſer Fall vorkommt, ſo iſt in der Regel ein beim Bau des Kopfes begangenes Verſehen daran Schuld. Das Mittelwaſſer erzeugt im Gegentheil hier, dicht unterhalb des Kopfes, gewöhnlich einige Verſandung, indem es beim Vorbeiflieſzen in das ſtill ſtehende Waſſer hinter der Buhne ſeine Sinkſtoffe abſetzt, und zwar gerade da, wo es das ſtille Waſſer berührt: denn gerade weil das Waſſer hier ſtille ſteht, können auch die Sinkſtoffe nicht darin ausgebreitet werden.

§. 28.

Das natürliche Stromgefälle äuſzert ſich beim mittlern Waſſerſtande gar nicht, und auch die Adhäſion kann bei ſchiefliegenden Buhnen lange nicht ſo ſtark wirken, als bei ſenkrechten, weil die Geſchwindigkeit am Kopfe hier nicht ſo groſz iſt, als dort. Nur wo die Geſchwindigkeit am Kopfe aus beſondern Urſachen doch ſehr groſz iſt, beſonders wo die Buhne, im Vergleich mit der ganzen Strombreite, ſehr weit in den Strom vortritt, findet auch am Kopfe einiges Wirbeln ſtatt, das aber nur ſelten die Verlandung am Kopf ganz zu verhüten im Stande iſt: obgleich die Verſandung auch nur in ſeltenen Fällen die Höhe der Buhnen erreicht, oder über Waſſer ſichtbar wird. Flache regelmäſzige Doſſirung des Buhnenkopfes iſt auch hier das ſicherſte Mittel, wodurch die Wirbel zerſtreuet und unſchädlich gemacht werden können.

Je ſteiler die Buhne gegen den Strom gerichtet iſt, deſto mehr Aehnlichkeit hat ſie mit den ſenkrechten Buhnen, deſto ſtärkere Wirbel erzeugt ſie am Kopf, und deſto mehr iſt der Strom geneigt, an der Wurzel, ſtatt am Kopf, Verlandung zu erzeugen.

§. 29.

Beim hohen Waſſer bringt die Verengung des Stromprofils durch declinante Buhnen einen Aufſtau zu Wege, der die Geſchwindigkeit des Waſſers nicht nur beim Vorbeiflieſzen am Kopf der Buhne, ſondern auch beim Ueberſtürzen über die Buhne vermehrt, und daher an der erſten Stelle nicht gerade merklicher oder nachtheiliger iſt, als beim Mittelwaſſer. Nur inſofern das Hochwaſſerprofil ſehr enge, und alſo die Geſchwindigkeit im Strom überhaupt ſehr groſz iſt, kann ſie auch am Buhnenkopf leicht bis zu 'v oder nah über 'v erhöhet, und alſo hier Ausſpülung veranlaſzt werden; dagegen führt

das hohe Waſſer aber auch mehr Sinkſtoffe mit ſich als das Mittelwaſſer und würde alſo eine noch ſtärkere Verſandung unterhalb des Buhnenkopfes erzeugen müſſen, wenn das über die Buhne ſtürzende Waſſer hier nicht, aus andern Gründen, wie wir ſogleich ſehen werden, einen ganz andern Erfolg hervorbrächte.

§. 30.

Das ganze zur Länge der Buhne gehörige natürliche Stromgefälle, mit dem durch Verengung des Profils erzeugten Aufſtau, vereinigen ihre Druckhöhe im Ueberſturz an der Wurzel der Buhne, und wirken hier mit deſto größerer Gewalt, je kleiner die Höhe des überſtürzenden Waſſers im Verhältniß zur ganzen Waſſertiefe oberhalb und unterhalb der Buhne iſt; d. h. je höher die Buhnenkrone liegt (§. 9). Faſt ohne Unterſchied erzeugen daher ſchief liegende Buhnen an ihrer Wurzel, dicht unterhalb der Buhne, oder bei a Taf. XXVI, Fig. 4, heftige Auskalkung, und ſehr große Tiefe, wovon nur die Buhnen eine Ausnahme machen, die auf flachen Stellen im Strom liegen, und auch an ſich gar nicht hoch aufgeführt werden, ſo daß hier beim Ueberſtürzen, der Unterſchied der Waſſertiefen auf der Buhne, und im Flußbette oberhalb und unterhalb derſelben, alſo auch der Unterſchied des Gefälles α und β im §. 9 nicht bedeutend iſt. In dieſem Fall wird die beim Mittelwaſſer am Kopf entſtehende Verlandung vom Ueberſturz des hohen Waſſers nicht weggeriſſen, ſondern es entſteht vielmehr auch an der Wurzel beim hohen Waſſer, neue Verlandung, und dieſe vereiniget ſich oft mit der erſten, ſo daß die Buhne am Ende auf beiden Seiten ganz verlandet. Weit öfter iſt aber der Ueberſturz ſo ſtark, daß er nicht nur die durchs Mittelwaſſer am Kopf erzeugte Verſandung mehr oder weniger wegführt, ſondern vorzüglich an der Wurzel unter der Buhne bei a das Ufer ſehr ſtark abbricht, und die Buhne hier oft ganz durchreißt. Aus dem Vorigen kann man es ſich erklären, woher dieß deſto leichter geſchieht, je höher die Buhnenkrone liegt, ſo wie offenbar auch die Gewalt des Ueberſturzes, und die Gefahr für die Wurzel der Buhne, in eben dem Verhältniß zunehmen muß, als die Buhne länger wird: wozu noch der Umſtand kommt, daß der Ueberſturz des Waſſers das Ufer in einer auf die Richtung der Buhne ſenkrechten, alſo in einer deſto nachtheiligeren Richtung angreift, je flacher die Buhne liegt, indem der Winkel, unter dem das überſtürzende Waſſer auf das Ufer fällt, immer das Compliment des Winkels iſt, den die Buhnenkrone mit dem Stromſtrich bildet. S. Wiebeking Waſſerbaukunſt. B. I, S. 221, u. f. Bepflanzung der Buhnenkrone ſcheint, inſofern die Pflanzung gut auswächſt, ein beinahe untrügliches Mittel zur Verhütung dieſer Ausſpülung; allein bei den meiſten Buhnen entſteht die Ausſpülung an der Wurzel, ehe die Pflanzung noch aufſchlagen kann, und ſehr oft iſt die Gewalt des Ueber-

ſtürzens auch ſo ſtark, daß ſie die Pflanzung gerade an der Wurzel der Buhne fortreißt, wodurch ſich dann das überſtürzende Waſſer hier alles concentrirt, und deſto heftiger wirkt.

§. 31.

Die Adhäſion des Waſſers trägt auch noch dazu bei, den Fall des Waſſers über die Buhne und dadurch ſeine Gewalt zu vermehren, indem die im §. 10 angeführte Anſaugung den Waſſerſtand dicht unterhalb der Wurzel etwas erniedriget.

Die Wirbel, die die Adhäſion erzeugen könnte, werden beim hohen Waſſerſtande an flach declinanten Buhnen nur ſelten erzeugt, und thun, im Vergleich mit dem Nachtheil des Ueberſtürzens, keinen bedeutenden Schaden, deſſen Größe ſich jedoch auch danach richtet, ob das Waſſer an der Seite der Buhnen viel oder nicht viel ſchneller fließt, als hinter der Buhne. So hängt alſo die Heftigkeit der Wirbel gleichfalls davon ab, ob die Buhne einen verhältnißmäßig großen Theil des Stromprofils einnimmt; und, wie ſchon §. 28 angeführt iſt, auch davon, ob der Kopf der Buhnen gehörig doſſirt iſt oder nicht.

§. 32.

Mittelwaſſer erzeugt in der Regel deſto beſſere Verſandung, je flacher die Buhne liegt; hohes Waſſer bringt aber auch gerade um ſo ſtärkeren Abbruch hervor, d. h. es wird deſto mehr nachtheilig, je flacher die Buhne liegt. Offenbar muß es alſo einen Winkel geben, bei dem Abbruch und Verlandung, oder Mittel- und hohes Waſſer im vortheilhafteſten Verhältniß ſtehen, oder es muß eine einzige Richtung der declinanten Buhnen geben, bei welcher ſie im Ganzen genommen beſſer verlanden, als bei jeder flacheren oder ſteileren Richtung *). Theoretiſch läßt ſich dieſer Winkel indeſſen nicht beſtimmen, da er ganz von der Localität, nämlich von der Waſſermenge des Stroms, von ſeiner Geſchwindigkeit, von der Größe der Profile, und von der Beſchaffenheit des Bodens abhängt. Man ſieht aber leicht, daß bei kurzen declinanten Buhnen das natürliche Stromgefälle für ihre ganze Länge zu unbedeutend iſt, um Abbruch an der Wurzel erzeugen zu können; da hingegen das Mittelwaſſer auch bei ganz kurzen declinanten Buhnen

*) Man vergleiche hiermit des Herrn Geheimen Oberbauraths Eytelwein practiſche Anweiſung zur Conſtruction der Faſchinenwerke. §. 16. Herr Eytelwein führt hier überhaupt eine Menge Erfahrungsſätze an, die, wenn ich nicht irre, dem hier Geſagten ſo wenig widerſprechen, daß ſie ſich vielmehr größtentheils daraus erklären, oder geradezu herleiten laſſen. Bloß der Satz, am Ende des §. 15, daß nämlich ſteil liegende Buhnen oberhalb Abbruch bewirken ſollten, muß ich geſtehen, obgleich ich abſichtlich darauf aufmerkſam geweſen, nur ſelten beſtätiget gefunden zu haben.

hinter dem Kopfe Sand abſetzen kann. Hierin liegt alſo wohl der Grund, woher es vortheilhaft iſt, die declinanten Buhnen in mehreren Jahren und nicht in ihrer ganzen Länge auf einmal aufzuführen.

Iſt nämlich das erſte Stück der Buhne verlandet, und wird dann erſt der folgende Theil gebauet; ſo iſt das Ufer des Fluſſes gleichſam mehr vorgerückt, und nur der zweite Theil iſt als eine freiliegende Buhne anzuſehen, die aber auch, ihrer geringern Länge wegen, kein nachtheiliges Ueberſtürzen verurſachen kann.

Daß man auf dieſe periodiſche Verlängerung der Buhne wenig Rückſicht nimmt, und daß die Buhnen dort auch ſelten auf der Krone gehörig begrünt ſind, ſcheint Haupturſache davon zu ſeyn, woher man am Rhein, wie ich glaube, verhältnißmäßig weniger glücklich verlandete declinante Buhnen findet, als an andern Flüſſen.

§. 33.

Nimmt man das bisher von den ſchiefliegenden Buhnen Angeführte zuſammen, ſo folgen daraus, wie oben §. 25, nachſtehende Sätze:

1) Schiefliegende Buhnen, die den Strom nicht zu ſehr unter ſein Normalprofil beſchränken, erzeugen nahe unterhalb des Kopfes beim Mittelwaſſer deſto ſtärkere Verſandung, je flacher ſie gegen den Strom liegen.

2) Schiefliegende Buhnen theilen die durch Verengung des Stromprofils nöthig werdende mehrere Geſchwindigkeit dem ganzen Strom deſto gleichförmiger mit, je ſpitzer der Winkel iſt, den ihre Streichlinie mit dem Stromſtrich bildet.

3) Schiefliegende Buhnen erzeugen dicht unterhalb ihrer Wurzel einen Abbruch, der deſto heftiger wird, je länger die Buhne iſt, und je flacher ſie liegt, oder bei gleicher Länge und Größe der Buhne, je kleiner das Hochwaſſerprofil des Stroms, und je höher die Buhne an ſich iſt.

4) Bei langen declinanten Buhnen, die in ihrer ganzen Länge auf einmal aufgeführt werden, und nicht gehörig auswachſen, bleibt in der Regel unterhalb, wenigſtens eine Strom-Rinne, von der Wurzel an, längs dem Ufer, unverlandet.

§. 34.

Als Beiſpiele für jene Sätze können faſt alle großen declinanten Buhnen am Rhein dienen, worunter ſehr viele, wie z. B. eine große Buhne bei Wamel gegenüber Thiel,

eine ähnliche bei Mulder, bei Panderen u. ſ. w., die alle in engen Hochwaſſerprofilen, oder doch vor hohen Ufern liegen, und an der Wurzel ganz durchgeriſſen ſind. Die Buhne bei Mulder liegt ganz nahe vor einem Hauptdeich, und zwar an einer Stelle, wo das Hochwaſſerprofil äußerſt enge iſt, ſie hatte dabei gegen 90 Ruthen Länge, und eine ſehr flach declinante Richtung. Statt den Deich zu ſchützen, verurſachte ſie zwar am Kopf etwas geringere Tiefe, aber an der Wurzel eine Auskolkung, die beim kleinen Waſſer über 40 Fuß Tiefe hatte, und den Deich in Gefahr ſetzte. Um dem Uebel abzuhelfen, trug man ſie ſo weit als möglich ab, oder ließ ſie ablaufen, und bauete eine ſenkrechte Kribbe vom Ufer nach dem Kopfe der vorigen declinanten. Seitdem iſt nun zwar die früher entſtandene Tiefe nicht ſo nachtheilig, und die ſenkrechte Kribbe iſt am Ufer ſehr gut verlandet, hat aber am Kopfe gerade wieder jene 40 Fuß Tiefe hervorgebracht. Einige andere Buhnen hat man mit ſenkrechten Buhnen angeſchloſſen, den Raum zwiſchen den Ufern der ſenkrechten und der declinanten Buhne mit Erde ausgefüllt, und ihn dann bepflanzt: eine freilich koſtbare, aber doch gewiß ſehr zweckmäßige Methode, bei welcher die Vortheile der declinanten Buhnen benuzt, und die Nachtheile der Auskolkung an der Wurzel verhütet werden. Eine andere ſehr lange flach declinante Kribbe liegt oberhalb des Pallmer Waard, bei Emmerich, nahe vor dem Hauptdeich des rechten Ufers, aber doch an einer Stelle, wo das hohe Waſſer ſich am linken Ufer einigermaßen ausbreiten kann. Auch ſie verſchlimmerte die Lage des Deiches, ſtatt zu verlanden, bis man etwas weiter unterhalb eine große gebrochene Buhne bauete, die unterhalb der declinanten Buhne den Strom, und dadurch alſo auch die Gewalt des Ueberſturzes ſchwächen mußte. Nun verlandete die declinante Buhne endlich oberhalb und auch unterhalb am Kopf; unterhalb an der Wurzel iſt aber eine tiefe Stromrinne geblieben, die, wenn man nicht noch zum Verſchütten ſchreitet, wahrſcheinlich beſtändig offen bleiben wird. Beſſer verlandet findet man drei lange declinante, ungefähr unter einem Winkel von 30 Grad gegen den Strom gerichtete Buhnen, die man etwas unterhalb Haarburg in der Elbe zum Schuz des Deiches an einer Stelle erbauet hat, wo der am ſüdlichen Ufer der Elbe fließende Arm den Deich des Vorlandes beinahe ganz beraubt hatte. Die Elbe hat in dieſer Gegend von einem Ufer bis zum andern über eine Meile Breite, und eine große Menge ganz niedrig liegende Inſeln, die gröſtentheils unbedeicht ſind, und als Wieſen genuzt werden; beim großen Anſchwellen des Waſſers iſt alſo das Profil derſelben ſo enorm groß, daß gar nicht einmal von einem Ueberſturz über die Buhne, oder gar von einer Einſchränkung des Hochwaſſerprofils unter die Normalbreite, die Rede ſeyn kann. Der Ueberſturz würde aber auch überdieß ſchon dadurch gemäßiget werden, daß die drei Buhnen nicht ſehr weit von einander entfernt ſind; und ſo läßt es ſich erklä-

ren, wie dieſe Buhnen bloß die Vorzüge, aber nicht die Fehler der declinanten Buhnen äußern konnten.

Wir nehmen hiervon Gelegenheit, noch über die Zuſammenſtellung mehrerer Buhnen etwas zu erinnern.

§. 35.

Bei mehreren nahe an einander liegenden ſenkrechten Buhnen, iſt ſchon oben §. 22 auf den Nachtheil aufmerkſam gemacht, den die plötzliche Verengung des Profils bei der erſten Buhne verurſacht. Um ihm zu entgehen, ſcheint es äußerſt vortheilhaft, nahe oberhalb der erſten ſenkrechten Buhne eine flach declinante zu legen. Dadurch wird dann die vermehrte Geſchwindigkeit mehr auf den ganzen Strom vertheilt, am Kopf der ſenkrechten Buhnen iſt kein ſo heftiges Wirbeln und Unterſpülen zu beſorgen, und auch der Ueberſturz der declinanten Buhnen kann ſeine nachtheiligen Folgen nur wenig äußern, da die ſenkrechten Buhnen den Strom unterhalb der declinanten ſchwächen.

Auf dieſe Art hat man z. B. im Jahre 1802 eine Serpentine am Niederrhein, dicht unterhalb Arnheim, durch einen Triangelkopf, der die Stelle einer flach declinanten Buhne vertritt, und durch vier unterhalb deſſelben nahe von einander gelegte ſenkrechte Buhnen, ſehr glücklich gedeckt, und ſtatt des Ufer-Abbruches und der ſteilen Tiefe, zeigte ſich ſchon im Jahre 1803 Verſandung. Allein dieſe Buhnen haben vom hohen Waſſer wenig oder nichts zu risquiren, da es ſich auf dem gegenüberliegenden ſehr flachen Ufer weit ausbreiten kann, und beim kleinen Waſſer ſcheinen ſie den Strom gerade in ſeine Normalbreite zurückgewieſen zu haben, wenigſtens konnte er ſich dieſe Normalbreite beim Mittelwaſſer leicht verſchaffen, da das gegenüberliegende Ufer aus loſem Sande beſteht. Beim kleinen Waſſer (als ich dieſe Buhnen ſah) floß der Strom heftig an ihren Köpfen vorbei, aber ohne die geringſte Spur von Wirbeln zu zeigen: ein Vortheil der ohne die declinanten Buhnen ſchwerlich zu erreichen geweſen ſeyn dürfte.

Von den Fangkribben.

§. 36.

Nicht ohne einige Beſorgniß wage ich es, hier meine Meinung über die Anſchlußbuhnen der declinanten Buhnen, oder über die ſogenannten Fangkribben zu äußern, da ein großer Hydrotekt ſich unlängſt beinahe unbedingt für dieſe Art der Buhnen erklärt hat. Ich werde aber auch hier die im Anfange dieſes Aufſatzes aufgeſtellten theoretiſchen Grundſätze nur inſoweit anwenden, und Folgerungen daraus zu ziehen verſuchen, als ich ſie bei mehreren Fangkribben beſtätiget gefunden habe.

Declinante Kribben, die durch Fangkribben angeſchloſſen werden, haben vor ſenkrechten offenbar den Vorzug, daß ſie den Strom nicht ſo plötzlich einengen; alſo auch weder beim hohen noch beim mittlern Waſſer ſo große Wirbel, und am Kopfe ſo ſtarke Ausſpülungen als die ſenkrechten Buhnen erzeugen können. Es frägt ſich aber, ob durch den Anſchluß auch die nachtheilige Ausſpülung an der Wurzel der declinanten Buhnen vermieden, und die Verlandung des eingeſchloſſenen Dreiecks, ſo wie des Raums unterhalb der Buhnen, befördert werde.

Es ſtelle Taf. XXVI, Fig. 8, No. 1, a b eine declinante Buhne, und b c die Anſchluß- oder Fangkribbe vor. Beim Mittelwaſſer können offenbar keine Sinkſtoffe in das Dreieck a b c kommen, hier entſteht weder Verlandung noch Ausſpülung. Beim hohen Waſſerſtande ſteigt aber das Waſſer über die declinante und über die Fangbuhne weg, und hat dabei, von oberhalb bis unterhalb der Buhne, theils das natürliche Stromgefälle, theils das Gefälle, das die Buhne durch Verengung des Stromprofils hervorbringt. Das Waſſer, was dicht bei b überſtürzt, kann offenbar nur am letzteren Gefälle Theil nehmen, und mit dieſem Waſſer wird ſich das Waſſer in dem Dreieck a b c beinahe im Niveau halten müſſen, da es, wegen der größern Tiefe, offenbar weit langſamer bewegt wird, als das überſtürzende Waſſer ſelbſt. Das Stromwaſſer wird alſo bei a beinahe mit dem ganzen zur Länge der Buhne gehörigen Stromgefälle überſtürzen, und das Waſſer in a b c dadurch in eine heftige Bewegung ſetzen, die das Verlanden dieſes Dreiecks erſchwert. Dazu kommt noch, daß der Strom die meiſten Sinkſtoffe nicht an der Oberfläche, ſondern näher am Boden führt, und alſo nicht einmal Gelegenheit hat, ſie in den Raum a b c zu bringen. So läßt es ſich vielleicht erklären, daß die mit Fangkribben verſehenen Buhnen am Rhein, wenigſtens die, die ich ſah, (und ſelbſt ein Paar ähnliche Buhnen in Preußen) in dem eingeſchloſſenen Dreieck nicht verlandet ſind, ſondern daß man ſich bei einigen genöthiget geſehen hat, dieſen Raum mit Erde zu verſchütten. Nachtheilig ſcheinen die Fangkribben im Ganzen nicht gerade zu ſeyn, und die Buhnen, die ohne ſie verlandet wären, werden auch, wenn man ſie angelegt hat, unterhalb und zum Theil auch im Dreieck a b c, wiewohl vielleicht etwas langſamer, als ohne ſie, verlanden. In den Fällen aber, wo eine Buhne ſo unzweckmäßig angelegt iſt, daß man das gänzliche Durchreißen der Wurzel nicht vermeiden zu können glaubt, würden Fangkribben anzuempfehlen ſeyn, indem ſie den Stromzug unterhalb der Buhne, und alſo auch die Gewalt des Ueberſturzes ſchwächen.

Von gebrochenen Buhnen.

§. 37.

Unter einer gebrochenen Buhne verſtehen wir hier jede, die in Form irgend eines

Winkels, alſo von ihrer Wurzel bis auf einen Theil der Länge nach einer, und von da bis zum Kopf nach einer andern Richtung aufgeführt iſt. Haben beide Theile der Krone eine flach declinante Richtung gegen den Strom, Fig. 8, A, No. II, ſo kann die ganze Kribbe wie eine declinante angeſehen werden. Ihre Wirkung wird ſich auch nur darin von den declinanten Buhnen unterſcheiden, daß die Ecke A beim Mittelwaſſer, wo das Waſſer ſich dann bricht, dicht oberhalb, und beim hohen Waſſer, wo es hier vorzüglich ſtark überſtürzt, dicht unterhalb der Buhnen größere Tiefe als an den andern Stellen erzeugt.

§. 38.

Ganz anders iſt aber die Wirkung, welche die unter einem rechten Winkel gebrochenen Kribben, wie abc Taf. XXVI, Fig. 8, No. III, hervorbringen. Beim Mittelwaſſer verengen ſie den Strom offenbar eben ſo plötzlich, als ſenkrechte Buhnen, und obgleich ſich das Waſſer unterhalb des Kopfes a nicht wieder gleich ausbreiten kann, ſo entſteht doch bei a eine ſehr große Geſchwindigkeit, die hier auch in der Regel ſehr große Tiefe erzeugt.

Von a bis c vertheilt ſich aber die Geſchwindigkeit allmählig immer mehr auf den ganzen Strom, und iſt der Vorderarm ac nicht ganz kurz, ſo wird bei c nicht ſo leicht eine beſonders ſtarke Geſchwindigkeit, und alſo auch kein heftiges Wirbeln ſtatt finden können. Beim hohen Waſſer erzeugt die Verengung des Stroms, je nachdem ſie verhältnißmäßig größer oder geringer iſt, auch größere oder kleinere Geſchwindigkeit und Ausſpülung bei a. Außerdem entſteht aber noch ein Aufſtau, der, verbunden mit dem natürlichen Stromgefälle auf die Länge von a bis c, dem Ueberſturz zwiſchen b und a Gefälle gibt; denn hinter der Buhne iſt das Waſſer offenbar eben ſo ſtillſtehend, als hinter einer declinanten, und beim Ueberſturz findet nur der Unterſchied ſtatt, daß ſeine Gewalt ſich nicht, wie bei declinanten Buhnen, bloß an der Wurzel, ſondern auf der ganzen Länge ab äußert und alſo die Verlandung, die ſich beim Mittelwaſſer unterhalb hinter der Buhne anſetzt, nicht ſo leicht wegſchaffen, oder wenigſtens nicht ſo tiefe Kolke ausſchlagen kann, als bei jenen (den declinanten Buhnen).

§. 39.

Es läßt ſich hieraus erklären, woher man die gebrochenen Buhnen nicht leicht gut verlandet, aber doch auch nicht ſo häufig durchgeriſſen findet, als die declinanten. Dieſe Buhnen ſind aber ganz vorzüglich dazu geſchickt, dem Strom eine gleiche Geſchwindigkeit in ſeinen Waſſerfäden zu ertheilen, weil ſie ihn, auf der ganzen Länge des Flügels ac einpreſſen, ihm Zeit laſſen, die Geſchwindigkeit, die bei a entſtand, zu vertheilen, und

weder, wie die ſenkrechten Buhnen, eine neue tiefe Stromrinne am Kopf, noch, wie die declinanten, gar eine ganz neue Rinne dicht am Ufer erzeugen.

§. 40.

Es kommen beim Strombau häufig Fälle vor, wo man nicht bloß ein Ufer ſichern, ſondern auf den ganzen Strom wirken, und ihn wo möglich vom Ufer ablenken, oder am gegenüberliegenden Ufer Abbruch erzeugen will. Eine Buhne wirkt nur auf eine Stelle, und bei großen Strömen wird ihre Wirkung, wenn die Buhne nicht ſehr lang iſt, am gegenüberliegenden Ufer gar nicht merkbar. Mehrere declinante Buhnen hinter einander erreichen den Zweck ziemlich, wenn ſie gerade unter dem vortheilhafteſten Winkel gelegt ſind, allein ſie erzeugen dann doch unausbleiblich Auskolkungen an ihrer Wurzel, die man, beſonders wenn Deiche in der Nähe liegen, möglichſt zu vermeiden ſuchen muß. Sicherer würde man vielleicht gehen, wenn man, nach §. 35, eine declinante Buhne, allenfalls mit einer Fangkribbe verſehen, oder gar einen großen Triangelkopf anlegte, und unterhalb mehrere ſenkrechte Buhnen bauete; allein auch dabei iſt, in etwas engen Stromprofilen, immer zu beſorgen, daß der Strom längs den Köpfen der ſenkrechten Buhnen eine Rinne austiefen, und ſich hierher ziehen wird.

Am ſicherſten würde es alſo wohl ſeyn, ſich in ſolchen Fällen gebrochener Buhnen mit langen Vorderflügeln zu bedienen.

Ich würde hier mehrere Beiſpiele anführen können, wo man bei Buhnen-Anlagen, die den Strom leiten ſollten, den Zweck oft verfehlt, und in einigen Fällen ſogar einen völligen Einſturz der Deiche, vor welchen die declinanten Buhnen lagen, verurſacht hat. Beſcheidenheit, und meine Dienſtverhältniſſe, verbieten mir aber, jene Beiſpiele hier näher zu detailliren. Dagegen glaube ich, als ein muſterhaftes Beiſpiel für den Gebrauch der gebrochenen Buhnen, die Werke anführen zu können, die der verſtorbene General-Inſpecteur Herr Brunings im Jahre 1803 zwiſchen dem Bylandſchen Durchſtich und dem Pannerdenſchen Kanal hatte anlegen laſſen, um den Rheinſtrom vom rechtſeitigen Ufer abzulenken. Am meiſten oberhalb zuerſt eine ſenkrechte Buhne von $36\frac{3}{4}$ Ruthen Länge, dann, 67 Ruthen unterhalb, eine gebrochene Buhne, deren ſenkrechter Arm $39\frac{1}{2}$ Ruthen, und der andere mit dem Stromſtrich parallele Flügel 120 Ruthen lang war, und endlich eine noch weiter unterhalb liegende ſenkrechte Buhne von 24 Ruthen Länge, machten dieſe Werke aus, und lenkten den Strom vom Ufer ab, ohne ihm Gewalt anzuthun. In der Streichlinie längs den drei Buhnen fand ich (beim Waſſerſtande von drei Fuß neun Zoll am Marqueur im Pannerdenſchen Kanal und vier Fuß neun Zoll am Marqueur in der Waal) folgende Tiefen.

Vor dem Kopf der erſten Buhne	18 Fuß
Von hier bis zum Kopfe der zweiten Buhne	15 = 12 = 11 =
Längs dem Flügel der zweiten Buhne	12 = 10 = 9½ = 8 = 6 = 5 =
Vom Ende des Flügels der zweiten Buhne bis zur dritten und letzten Buhne	5 = 4 = 6 = 12 = 21 =
Am Kopf der dritten Buhne	24 =
Weiter unterhalb der Buhne	15 = 12 =

Ich glaube, ſchon dieſes Tiefen-Verzeichniß ſpricht eben ſowohl für die Vortrefflichkeit der Anlage, als es auch den Sätzen der vorigen §§. wenigſtens nicht zu widerſprechen ſcheint.

Von Coupirungen der Strom-Arme.

§. 41.

Die oben aufgeſtellten Grundſätze laſſen ſich nun auch leicht auf Strom-Coupirungen anwenden. Man denke ſich einen großen Strom AB Taf. XXVI, Fig. 9, der ſich bei A in die beiden Arme C und D theilt, von denen der Arm D durch irgend eine Coupirung zugedämmt werden ſoll; indem man deſſen Verlandung beabſichtiget. Es frägt ſich, bei welcher Art von Coupirung und in welchen Fällen der Zweck am ſicherſten erreicht werden wird.

Die Adhäſion der Waſſerfäden unter einander hat auf das Verlanden der Coupirungen und der zugedämmten Strom-Arme keinen bedeutenden Einfluß; deſto wichtiger iſt aber der Einfluß der Stromverengung, und des dadurch verurſachten Aufſtaues, ſo wie die Wirkung des natürlichen Stromgefälles. Beim Mittelwaſſer oder bei einem Waſſerſtande, bei welchem das Waſſer nicht über die Krone der Coupirung tritt, iſt das Waſſer im coupirten Stromarm offenbar völlig ſtill ſtehend. Liegt die Coupirung daher

ganz oberhalb bei c oder d, ſo wird der Strom von oben gar keinen Sand in den verdämmten Arm führen können, ſondern bloß unten bei e etwas Sand abſetzen. Liegt die Coupirung ganz unten bei a oder e, ſo wird derſelbe Fall oben eintreten, und nur wenn ſie mehr nach der Mitte des Stromarms liegt, wird dieſer beim Mittelwaſſer oberhalb und unterhalb verlanden können.

§. 42.

Beim hohen Waſſerſtande leidet jede Coupirung offenbar einen heftigen Ueberſturz, deſſen Fallhöhe aus dem natürlichen Stromgefälle auf der ganzen Länge der coupirten Inſel, und aus dem durch Verdämmung des Stromarms oder Verengung des Stromprofils verurſachten Aufſtau, zuſammen geſetzt ſeyn würde, wenn das Waſſer im Arm D wirklich ganz ſtillſtehend wäre. Beim Ueberſturz muß es aber auch in dieſem Arm zum Theil fließen, alſo auch ein, wenn gleich kleineres Gefälle haben, vermöge deſſen nur der Unterſchied zwiſchen dieſem kleinen Gefälle, und dem obigen Totalgefälle, beim Ueberſturz in Betracht kommt. Man ſieht leicht, daß dieſer Unterſchied deſto größer, oder das Gefälle im coupirten Arm deſto kleiner ſeyn müſſe, je höher die Coupirung iſt, weil durch die größere Höhe der Coupirung auch theils ein größerer Theil des ganzen Stromprofils verſchloſſen, und ein größerer Aufſtau erzeugt, theils eine geringere Waſſermenge in den coupirten Arm gelaſſen, und alſo deſſen Gefälle vermindert wird. Niedrig liegende Coupirungen werden daher weniger Gefahr ausgeſetzt ſeyn, und auch beſſer verlanden, als hoch liegende.

Der Ueberſturz über die Coupirung iſt gewöhnlich (beſonders wenn die an das Ufer angeſchloſſene Inſel hoch liegt) ſo heftig, daß er dicht unterhalb derſelben bedeutende Tiefe erzeugt. Um ſeine Gewalt etwas zu mäßigen, ſcheint es ſehr zweckmäßig, die nach unterhalb gekehrte Seite der Coupirung flach doſſirt und terraſſenförmig, oder mit Bermen aufzuführen, eine Methode, die, beſonders auf dem Rhein im Cleviſchen, mit Nutzen angewendet wird.

§. 43.

Die Bewegung des Waſſers im coupirten Arme iſt in jedem Fall ungleich langſamer als im Fluß; dieſer wird alſo auch beim hohen Waſſerſtande, wenn die Coupirung oberhalb liegt, unterhalb derſelben, wenn ſie unterhalb liegt, oberhalb derſelben, und wenn ſie nach der Mitte hin liegt, auf beiden Seiten, Sand oder Sinkſtoffe abſetzen. Unterhalb kommt das Waſſer aber durch den Ueberſturz häufig in eine ſo heftige Bewegung, daß die Verſandung hier nicht gut von ſtatten geht, oder daß der angelegte Sand wieder weggeriſſen wird. Die Verlandung des Arms wird daher weit ſicherer erreicht,

wenn man die Coupirung nicht oberhalb, ſondern unterhalb, oder hoͤchſtens in der Mitte anlegt. Dann ſetzt ſich anfangs gleich bei der Einmuͤndung bei c Sand ab, und ſchmaͤlert das Profil des coupirten Arms; das Waſſer des Hauptſtroms muß alſo mit einer anſehnlichen Geſchwindigkeit aus dem Strom uͤber dieſen Sand in den noch unverlandeten Theil des Arms fließen, es wird daher auch ſeine Sinkſtoffe, vermoͤge dieſer Geſchwindigkeit, mit ſich fortfuͤhren, und nicht eher als unterhalb des ſchon angelegten Sandes, zwiſchen ihm und der Coupirung, abſetzen koͤnnen. Hieraus erklaͤrt es ſich, woher faſt bei allen Coupirungen die Verlandung zuerſt bei der Einmuͤndung des coupirten Arms anfaͤngt, und dann immer naͤher nach der Coupirung vorruͤckt.

Zu fruͤhe Bepflanzung des angelegten Sandes hindert offenbar die weitere Verlandung von oberhalb, ſchwaͤcht aber die Gewalt des Ueberſturzes, und befoͤrdert alſo die Verſandung am untern Ende des Armes. Man ſieht hieraus, wie ſchwer es ſeyn muß, den Sand im ganzen Stromarm zu vertheilen, und nirgends Ausſpuͤlungen zu erzeugen. Dieſe Schwierigkeit zeigt ſich aber auch in der Natur nur zu oft, denn nicht leicht findet man einen coupirten Arm in ſeiner ganzen Laͤnge verſandet.

§. 44.

Bei ſehr langen Inſeln wuͤrde die Coupirung ein ſehr anſehnliches Gefaͤlle auszuhalten, oder einem bedeutenden Waſſerdruck zu widerſtehen haben: iſt dieſer zu groß fuͤr eine Coupirung, ſo legt man deren zwei oder mehrere an; dieß iſt indeſſen immer nur eine Nothmaßregel, die das Verlanden des coupirten Arms erſchwert. Eine tuͤchtige flach doſſirte und mit Bermen verſehene Coupirung in der untern Haͤlfte des Armes, wird in den meiſten Faͤllen den Zweck am beſten erfuͤllen. Zur Verſtaͤrkung derſelben wird gewoͤhnlich ein Erddamm an das Faſchinenwerk angeſchuͤttet; dieſer muß aber durchaus oberhalb des Werks liegen, weil die Erde auf der Unterſeite durch den Ueberſturz gleich weggeſpuͤlt wird.

In jedem Fall ſcheinen die ſenkrecht gegen den Strom gerichteten vor den flach declinanten Coupirungen, oder a, b, c, (Fig. 9) ſcheinen vor d und e unbedenklich den Vorzug zu verdienen; weil letztere, gerade wie lange declinante Buhnen, an der Wurzel bei d oder e einen heftigeren Ueberſturz als an den andern Stellen erzeugen, der hier in der Regel große Kolke verurſacht, und die Coupirung faſt ganz abreißt.

Eine Menge coupirter Inſeln im Rhein liefern Beiſpiele von ſolchen Coupirungen, die, wenn nicht ganz durchgeriſſen ſind, ſo doch bei ihrem Anſchluß, wo das Waſſer uͤberſtuͤrzt, große Loͤcher ausgeſchlagen haben.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen uͤber

Seebuhnen.

§. 45.

Unter Seebuhnen verſtehen wir hier alle Buhnen, die an der offnen See, oder an der Mündung eines ſehr breiten Stroms angelegt ſind, ſo daß man bei ihnen das Profil des Stroms als unendlich groß anſehen kann. Ihr Zweck iſt gewöhnlich die Sicherung eines dem Abbruch oder der Abſpülung ausgeſetzten Ufers oder Wattes *). Der Strom, gegen den ſie zu kämpfen haben, rührt in der Regel von Ebbe und Flut, oder von den Sturmwinden her; ſeine Richtung iſt daher nicht beſtimmt, ſondern er kann die Buhne bald von einer, bald von der andern Seite angreifen. Schon dieß zeigt, daß bei Seebuhnen, wo nicht etwa ein einziger Strom aus beſondern Gründen der herrſchende iſt, den ſenkrechten vor den declinanten Buhnen der Vorzug gebühre. Seebuhnen können den Strom zwar nicht durch Verengung des Profils aufſtauen, indem man unter Profil hier eigentlich die ganze See verſtehen muß; gewöhnlich findet ſich aber nur eine Rinne darin, in welcher das Waſſer heftig fließt: iſt die Buhne daher gerade in dieſer Rinne gebauet, und hemmt hier den Abfluß, ſo kann man auch füglich einen durch die Buhne verurſachten kleinen Aufſtau annehmen.

Wäre die Buhne gegen einen Strom declinant, ſo würde dieſer Strom bei Mittelwaſſer am Kopf Verlandung bewirken; der Gegenſtrom aber, der in dem Dreieck hinter der Buhne gefangen wird, müßte Wirbel und Ausſpülung erzeugen. Eben ſo würde die Buhne beim hohen Waſſer nur durch einen Strom Verlandung erhalten, und den angeſetzten Sand durch den andern verlieren: außerdem würde ſie aber auch noch an der Wurzel durch den Ueberſturz vieler Gefahr ausgeſetzt werden; denn wenn es auch bei den hier in Rede ſtehenden großen Strömen kein ſo großes Gefälle gibt, als auf Flüſſen, ſo iſt an deſſen Exiſtenz doch gar nicht zu zweifeln, und beſonders nicht beim Ebbe und Flutſtrom.

§. 46.

Senkrechte Buhnen ſind alſo an der See den declinanten vorzuziehen, ſelbſt wenn man nicht darauf ſieht, daß die Länge, und alſo auch die Erbauungskoſten bei jenen ungleich geringer ſind, als bei dieſen. Faſt allgemein iſt man auch von der Vorzüglichkeit der ſenkrechten Buhnen überzeugt, daß ſie ihren Hauptfehler, die ſtarke Ausſpülung am Kopfe, hier lange nicht ſo äußern können, als bei Flüſſen, weil man keine ſolche Verengung des Profils, alſo auch keine ſolche Vermehrung der Geſchwindigkeit am Buhnen-

*) Watt nennt man den Theil des See- oder Flußbettes, der bei der Ebbe trocken läuft.

kopfe annehmen kann. Weder beim Mittel-, noch beim hohen Waſſer kann daher die Verengung des Profils, und eben ſo wenig kann die Adhäſion der Waſſertheile Wirbel und Ausſpülungen verurſachen, oder die Verlandung hindern; ſondern beſonders beim hohen Waſſer werden dieſe Buhnen an ihrer Wurzel verlanden. Die Hauptbewegung des Seewaſſers rührt vom Winde und Wellenſchlage; dieſer ſetzt den loſen Sand, der die Ufer der Seeen größtentheils bedeckt, in Bewegung, und läßt ihn in den Ecken, und an der Buhne, wo die Bewegung des Waſſers unterbrochen iſt, niederfallen. Gerade der Wellenſchlag iſt es aber auch, der die Bewegung am Kopfe der Buhne, wo die Wellen zuerſt ein Hinderniß antreffen, vermehrt, die Kraft des Stroms verſtärkt, und mit ihm am Kopfe gewöhnlich anſehnliche Ausſpülungen erzeugt, zu deren Verhütung man gleich, beim Bau der Werke, Vorkehrungen zu treffen pflegt. (Man ſehe §. 15 des vorſtehenden Aufſatzes über den Sinkſtück-Bau.)

§. 47.

Die Verlandung der Seebuhnen hängt beſonders von ihrer Höhe, ihrer Doſſirung, und ihrer Entfernung von einander ab.

Die Höhe darf nicht zu groß ſeyn, weil ſie dem Wellenſchlage ſonſt zu ſtarken Widerſtand leiſten, und dadurch nicht nur vieler Gefahr ausgeſetzt werden, ſondern auch, wie Strombuhnen, den Ueberſturz des Waſſers ſehr verſtärken, und Veranlaſſung dazu geben würden, daß der wenige beim Mittelwaſſer angelegte Sand, beim hohen Waſſer fortgeſpült würde. Buhnen auf dem Watt erhalten gewöhnlich durchweg allenthalben gleiche Höhe überm Watt, oder ihre Krone wird gerade ſo abhängend gebauet, als das Watt ſelbſt abhängt. Wie hoch ſie überm Watt ſeyn dürfen, läßt ſich allgemein nicht gut feſtſetzen; 9 bis 12 Fuß ſcheint ſchon eine ſehr große Höhe zu ſeyn, die ohne die höchſte Gefahr nicht überſchritten werden darf, beſonders wo die Flut nicht eine viel größere Höhe erreicht.

§. 48.

Die Doſſirung der Gegenſtände, die dem Wellenſchlage widerſtehen ſollen, iſt das einzige Mittel, die Gewalt des Wellenſchlages merklich zu ſchwächen, indem die Wellen dadurch genöthiget werden, ihre Gewalt auf eine große Fläche zu vertheilen. Beſonders verurſacht aber das Anſchlagen der Wellen an gar nicht, oder nicht genug doſſirte Buhnen (oder auch an ſolche ſteile Uferbaue) ein ſogenanntes Branden oder Zerſchlagen der Wellen, das mit einer irregulären heftigen Bewegung des Waſſers verbunden iſt, und die heftigſten Ausſpülungen verurſacht; beſonders am Kopf der Werke, wo die

Wellen aus der offnen See anſchlagen, ohne nur auf dem Watt, durch die geringe Tiefe, von ihrer Kraft etwas verloren zu haben: denn bekanntlich hängt die Höhe und die Gewalt der Wellen von der Tiefe des Waſſers ab.

Auf flachen Doſſirungen laufen die Wellen ſanft auf, und zerfließen ohne Nachtheil. Außer der Doſſirung der Seebuhnen ſcheint aber auch noch ihre ebene Oberfläche, oder die Bildung ihrer Krone nach einer geraden Linie, ein Umſtand von Wichtigkeit zu ſeyn; denn merkliche Unebenheiten in der Krone verurſachen, an den niedrigen Stellen, einen ſtärkeren Ueberſturz, als an den höhern, und geben dadurch zu heftigen Ausſpülungen Veranlaſſung.

§. 49.

Endlich die Entfernung der Seebuhnen von einander betreffend, ſo muß dieſe noch geringer genommen werden, als bei Strombuhnen, weil die aus allen Richtungen wehenden Winde ſonſt den Wellen zwiſchen den Buhnen eine noch zu heftige Bewegung ertheilen, und das Ufer zwiſchen den Buhnen abbrechen können, während es an den Buhnen ſelbſt merklich verlandet. Ueber die doppelte Länge kann man dieſe Buhnen, ohne große Gefahr, nicht aus einander entfernen.

Als vorzügliche Beiſpiele von dergleichen Seebuhnen, die man zur Deckung des Ufers auf dem Watt erbauete, und ihnen eine ſenkrechte Richtung gegen die Ufer-Linie gegeben hat, können die Werke bei Graveſand und bei Petten in der Provinz Holland angeführt werden. Am letzteren Orte hatte man, bis zum Jahre 1803, zwölf Werke von 45 bis 50 Ruthen Länge aufgeführt. Bei 50 bis 75 Ruthen Entfernung von einander hatten ſie das Ufer vortrefflich gedeckt, und den Strand erhöhet. Zwiſchen einigen Werken, die man 100 und gar 150 Ruthen aus einander entfernt hatte, fand aber Uferabbruch ſtatt, obgleich die Werke ſelbſt gut verſandeten; an dieſen Stellen war man daher zur Aufführung neuer Werke zwiſchen den vorhandenen genöthiget. Alle dieſe Werke wurden übrigens ganz von Faſchinen nach einer flachen Rundung gebauet, und auf der Krone, ſo wie auf den Seiten, mit Steinen belegt.

§. 50.

Von den Seebuhnen müſſen Seemoolen oder Meerdämme unterſchieden werden. Erſtere haben Deckung des Ufers und Verlandung zum Zweck, und erhalten ihre Stärke durch die Verlandung. Letztere werden aus andern Abſichten, oft weit in die See hinein gebauet, ohne daß man ihre Verlandung, die bisweilen ſogar dem Zweck entgegen iſt, beabſichtiget. Ihre Höhe kann daher auch die zweckmäßige Höhe der See-

buhnen ſehr überſteigen. Es verſteht ſich aber, daß ſie dann auch deſto ſolider conſtruirt werden müſſen, um der enormen Gewalt der Wellen in der offnen See trotzen zu können, die beſonders vermehrt wird, wenn die Buhnen alle einzeln ſtehen, und wenn der Zweck der Moolen es nicht erlaubt, ihnen eine flache Doſſirung zu geben. Das Nähere davon iſt ein Gegenſtand der Hafenbaukunſt.

Cas

Verſuch

eines

Beitrages zur Theorie der Gewölbe.

Einleitung.

Die Kunſt, Gewölbe zu bauen, iſt lange ausgeübt worden, ehe man daran dachte, die Theorie zu entwickeln, auf welcher dieſe Bauart beruhete.

In neueren Zeiten haben de la Hire, Belidor, Silberschlag, und mehrere andere Gelehrte, Theorien der Gewölbe aufzuſtellen verſucht, ſind dabei aber immer von verſchiedenen, aus der Erfahrung entlehnten Annahmen ausgegangen, welche Annahmen ſelbſt ſich nicht allgemein beſtätigen. Spätere äußerſt ſchätzbare Unterſuchungen des Herrn Lambert, Boſſut, Prony, Langsdorf u. ſ. w., laſſen auch immer noch ſehr viel zu wünſchen übrig, und an einer reinen, aus den erſten Grundprincipien der Statik hergeleiteten Theorie der Gewölbe, fehlt es, ſo viel ich weiß, bis jetzt ganz.

Die ſeit einigen Jahren ſo ſehr erweiterten Wiſſenſchaften der reinen Mathematik, und der analytiſchen Mechanik, ſcheinen überhaupt bisher *gar zu rein* erhalten zu ſeyn. Man nimmt ſich nicht ſo leicht die Mühe, ihre Grundſätze auf die Gegenſtände des gemeinen Lebens anzuwenden; ſondern behilft ſich bei dieſen lieber mit einer Art gemiſchten Theorien, die im Grunde nichts weiter ſind, als einzelne Erfahrungsſätze, in ein algebraiſches Gewand gehüllt.

Es iſt gar nicht zu läugnen, daß dieſe Theorien für die unmittelbare Anwendung immer ſehr vielen Nutzen haben, und daß wir von den wichtigſten Maſchinen, von Waſſerrädern, Dampfmaſchinen u. ſ. w. noch wenig für die Ausübung wiſſen würden, wenn man nicht durch eine Menge Verſuche, über die Gewalt der Dämpfe, über den Stoß des Waſſers, über die Bewegung des Waſſers in Röhrenleitungen oder Kanälen u. ſ. w. und durch die daraus hergeleiteten Formeln, die fehlenden reinen Theorien zu erſetzen geſucht hätte. Auf der andern Seite ſcheint aber allen dieſen gemiſchten Theorien doch der weſentliche Fehler anzuhängen, daß ſie nur auf einzelne, den Verſuchen ganz ähnliche Fälle angewendet werden können, und daß man gar keine Schlüſſe für andere Fälle daraus ziehen kann. Die vortrefflichſten hydrauliſchen Formeln, die mit unzählig vielen Verſuchen genau übereinſtimmen, führen zu den auffallendſten Abſurditäten, wenn man

den geringſten theoretiſchen Kalkul darauf anwenden, oder über die Gränzen der Verſuche hinausgehen will. Für jeden neuen Fall müßten alſo neue Verſuche angeſtellt, und neue Formeln gefunden werden. Für die Bewegung des Waſſers in Röhrenleitungen gibt es z. B. ſehr genaue Formeln; verſucht man aus Ihnen aber die Theorie des ſo ganz einfachen, bloß aus ein Paar Röhren zuſammengeſetzten Inſtruments, des belier hydraulique, herzuleiten, ſo ſtößt man auf einen Widerſpruch nach dem andern, welches offenbar bei einer reinen Theorie der Bewegung des Waſſers, ſo wenig zu befürchten wäre, als es bei Entdeckung eines neuen Planeten zu befürchten iſt, daß er ſich nach andern, als den in La Place Mechanique celeste entwickelten Grundſätzen, bewegen werde; weil dieſe Grundſätze wirklich von den erſten Principien der Statik ausgehen. Aber gerade das Beſtreben nach ſolchen für die Anwendung brauchbaren Formeln, deſſen Mühe ſich gleich belohnt, ſchreckt von dem weit undenkbareren Studio der reinen Mechanik und Hydraulik ab, wovon freilich auch erſt ſpätere Nachkommen Vortheile ziehen können, die dem jetzigen Zeitalter aber für die gemiſchten Theorien wahrſcheinlich nicht gerade Dank wiſſen, und vielleicht wünſchen werden, daß alle darauf verwandte Mühe lieber auf die Erweiterung der reinen Mathematik verwendet, und lieber wenige gründliche und zuverläſſige, als unzählig viele ſolche gemiſchte Theorien entdeckt wären.

Wie würde es mit der jetzigen Aſtronomie ausſehen, wenn Newton und La Grange, ſtatt ewig feſt ſtehende Lehrſätze aufzuſtellen, noch ſo viele Beobachtungen gemacht hätten? und wie wird es über Jahrhunderte mit der Mechanik und Hydraulik ſtehen, wenn man nur Formeln aus Verſuchen herleiten, und weder die allgemeine Theorie erweitern, noch die vorhandene, ſo weit der jetzige Zuſtand derſelben es geſtattet, auf die Gegenſtände des gemeinen Lebens anwenden will?

So viel zu meiner Entſchuldigung, wenn ich es wage, einen, und wäre es auch ganz mißlungenen Verſuch, die Grundſätze der analytiſchen Mechanik, auf die Lehre von den Gewölben anzuwenden, hier zur Publicität zu bringen, und den competenteren Richtern zur Prüfung vorzulegen.

Magnum voluiſſe ſat eſt.

Als ich, vor 6 Jahren, Lagranges Mechanique analytique zum erſtenmale durchging, fing ich an, nach der darin vorgetragenen Theorie des Gleichgewichts, die Lehre von den Gewölben überhaupt zu entwickeln, theils um mich in der Anwendung jener Theorie zu üben, theils weil ich dadurch zu neuen Reſultaten zu gelangen hoffte: ſo entſtand der gegenwärtige Aufſatz, in welchem die Gewölbe eigentlich mit Dräthen

verglichen ſind, die man um einen Lehrbogen legt. So wie man nämlich die Theorie der frei hängenden Kette, deren Glieder alle von der Schwere angezogen werden, auf ein Gewölbe anwendet, deſſen Steine gleichfalls bloß von der Schwere getrieben werden, und unter einander im Gleichgewicht ſtehen; eben ſo habe ich hier die Formel, die eigentlich für eine um eine Fläche geſpannte und an jeder Stelle von irgend welchen Kräften gezogene Kette gelten würden, einem auf Lehrbogen ruhenden, oder durch ſie in ſeiner Form erhaltenen Gewölbe anzupaſſen mich bemühet. Die meiſten der hierdurch erhaltenen Reſultate laſſen ſich freilich auch auf den gewöhnlichen Wegen herleiten; allein in einigen Fällen, vorzüglich bei der Berechnung mit fremden Laſten beſchwerter Gewölbe, ſieht man ſich von der Elementer-Methode beinahe ganz verlaſſen, oder doch in viele Schwierigkeiten verwickelt; und wäre dieß auch nicht, ſo könnte der nachſtehende Aufſatz vielleicht doch dadurch hin und wieder Jemanden angenehm werden, daß er ein Beiſpiel gibt, wie Lagrange's Formeln ſich anwenden laſſen, und daß er ihre Uebereinſtimmung mit der gewöhnlichen Theorie zeigt. Der ganze Aufſatz beſchränkt ſich indeſſen bloß auf ſogenannte Tonnengewölbe, und ſelbſt dabei kommen nur ein Paar Anwendungen auf zirkelförmige Tonnengewölbe vor: ich hätte gerne noch die Theorie mehrerer einzelnen Gewölbarten aus einander geſetzt; allein Dienſtgeſchäfte nöthigten mich, den Aufſatz in den Grenzen zu laſſen, die ich ihm vor 6 Jahren anwies.

Freilich iſt er, in der gegenwärtigen Geſtalt, noch gar nicht dazu geeignet, den geringſten Nutzen für die Anwendung zu gewähren, wozu viel mehrere Entwickelungen der Theorie, und beſonders Verſuche, ſowohl zur Beſtätigung derſelben, als zur Beſtimmung der unbekannten Erfahrungs-Coëfficienten, nothwendig erforderlich ſeyn würden.

Ich bin jetzt aber nicht in der Lage, daß ich mich dieſen Arbeiten unterziehen kann, und würde mich daher glücklich ſchätzen, wenn durch competentere Richter, über den Werth oder gänzlichen Unwerth des Aufſatzes entſchieden würde, und wenn dann vielleicht irgend Jemand, der Verſuche über die Theorie der Gewölbe anzuſtellen Gelegenheit hat, die nachſtehenden Formeln einer Anwendung auf die Verſuche werth halten wollte.

Erſter Abſchnitt.

Grundformeln, zur Beſtimmung des Druckes bei den Gewölben.

§. 1.

Man denke ſich einen unendlich dünnen Gewölbbogen, AB, (Taf. XXVI, Fig. 10,) deſſen Geſtalt durch eine Gleichung zwiſchen den Coordinaten $CF=x$, und $DF=y$, gegeben iſt; indem C dabei den Anfangspunct der Abſciſſen bedeutet, ſo daß für die Mitte des Gewölbes $x=0$, und y ein Maximum oder $\frac{dy}{dx}$ (in der Regel) $=0$ ſey. Die in Rede ſtehende Gleichung zwiſchen x und y mag $f(x,y)=L=0$ ſeyn. Der Gewölbbogen von A bis nach irgend einem zu den Coordinaten x und y gehörigen Puncte D, heiße s, der ganze Bogen von A bis B aber heiße s'', und überhaupt laſſe man die oben bei den Buchſtaben geſetzten zwei Commata, z. B. x'', y'', immer den Werth für das Ende des Bogens, oder für den Punct B, ſo wie ein Comma, z. B. x', y', den Werth für den Anfang des Gewölbbogens, oder für den Punct A, ausdrücken. P und Q ſeyen ferner die, nach der Richtung der horizontalen Abſciſſen x, und der verticalen Ordinaten y, auf jede Stelle D des Gewölbbogens wirkenden Kräfte, außer denen noch, am Anfange und am Ende des Bogens, bei A und B, die, in Fig. 10, mit A′, B′, und A″, B″ bezeichneten Kräfte, nach den durch Pfeile angedeuteten Richtungen, auf das Gewölbe wirken. Endlich mögen λ und μ zwei unbekannte, bis jezt noch ganz unbeſtimmte Größen, und $\int$ die Integration für einen beliebigen Theil des Gewölbbogens von A bis D, S die Integration für das ganze Gewölbe von A bis B, d die gewöhnliche Differentiation, und δ die Variation bezeichnen. Es kommt nun zuerſt darauf an, die allgemeinen und beſonderen Bedingungs-Gleichungen für das Gleichgewicht anzugeben, inſofern die Gewölbtheile als völlig hart (unpreßbar) angeſehen werden.

S. Lagrange Mechanique analytique. Paris 1788. Tom. I. Cap. IV. no. 5. pag. 47.

§. 2.

Aus der angenommenen Unpreßbarkeit, folgt ſogleich (nach Lagrange Mech. anal. I. v. 30. pag. 90.) die erſte allgemeine Bedingungs-Gleichung, $\delta ds = o$, und da $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$), ſo wird dieſe Gleichung $\frac{dx.\delta dx + dy.\delta dy}{ds} = o$, die wir hier mit $\delta\nabla = o$ bezeichnen.

Der Umſtand, daß das Gewölbe die durch $L = o$ beſtimmte Form haben ſoll, gibt die zweite allgemeine Bedingungs-Gleichung $L = o$.

Gemäß Lagrange Mech. anal. I. IV. 5. pag. 47, folgt hieraus die Haupt-Gleichung, oder die allgemeine Differential-Gleichung fürs Gleichgewicht.

$P.\delta x + Q.\delta y + \lambda.\delta\nabla + \mu.\delta L = o$, oder, nach I. IV. 15. pag. 54. und I. v. 30. pag. 91, die Integral-Gleichung

$S[Q.\delta y + P.\delta x + \lambda.\delta\nabla + \mu\delta L] + P''\delta x'' + Q''\delta y'' + P'\delta x' + Q'\delta y' = o.$

Subſtituirt man hier, für δL, deſſen Werth $\frac{dL}{dy}.\delta y + \frac{dL}{dx}\delta x$, für $\delta\nabla$ aber $\frac{dx}{ds}.\delta dx + \frac{dy}{ds}.\delta dy$; ferner für P' die Kraft $\mathfrak{A}'$, für P'' die Kraft $-\mathfrak{A}''$, für Q' die Kraft $-\mathfrak{B}'$, und für Q'' die Kraft $-\mathfrak{B}''$, ſo geht die obige Integral-Gleichung in folgende über

$$S\left[Q.\delta y + P.\delta x + \frac{\lambda dx}{ds}.\delta dx + \frac{\lambda dy}{ds}.\delta dy + \mu.\frac{dL}{dx}.\delta x + \mu.\frac{dL}{dy}.\delta y\right] - \mathfrak{A}''.\delta x'' + \mathfrak{A}'.\delta x' + \mathfrak{B}''.\delta y'' - \mathfrak{B}'.\delta y' = o.$$

oder, wenn man die beiden Glieder, welche λ enthalten, nach der bekannten Methode, theilweiſe (par parties) integrirt

$$S\left[Q.\delta y + P.\delta x - d\left(\frac{\lambda dx}{ds}\right).\delta x - d\left(\frac{\lambda dy}{ds}\right).\delta y + \mu.\frac{dL}{dx}.\delta x + \mu.\frac{dL}{dy}.\delta y\right]$$
$$+ \frac{\lambda''.dx''}{ds''}.\delta x'' + \frac{\lambda''.dy''}{ds''}\delta y'' - \frac{\lambda'.dx'}{ds'}\delta x' - \frac{\lambda'.dy'}{ds'}\delta y' - \mathfrak{A}''.\delta x'' + \mathfrak{A}'.\delta x' + \mathfrak{B}''\delta y'' - \mathfrak{B}'.\delta y' = o.$$

§. 3.

Aus der Betrachtung des Herrn Lagrange (a. a. O. I. IV. 9. pag. 50.) ergibt ſich nun leicht, wenn man nur dx und dy ſtatt der Lagrangiſchen x und y ſetzt, daß $\lambda.\sqrt{\frac{dx^2}{ds^2} + \frac{dy^2}{ds^2}}) = \lambda$, einen von der Unpreßbarkeit der Gewölbtheilchen herrührenden Druck bezeichnet, deſſen Richtung, auf der durch $ddx.dx + ddy.dy = o$ ausgedrückten, d. h. auf der mit ds beſchriebenen Kugelfläche, ſenkrecht iſt, oder daß λ der Druck

ſey, den jedes Gewölbtheilchen auf das nächſtfolgende, nach der Richtung der Tangente des Gewölbbogens, ausübt. Aus eben jener Betrachtung des Herrn Lagrange, ergibt ſich aber auch, daß $\mu \sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2}$ der Druck eines jeden Gewölbtheilchens, ſenkrecht auf die durch $L = o$ ausgedrückte Fläche, d. h. daß es der Druck ſey, den jedes Gewölbtheilchen, nach der Richtung der Normallinie des Gewölbbogens, ausübt; welcher Druck offenbar durch den Zuſammenhang der Gewölbtheile, oder durch andere dem Verſchieben entgegenſtehende Hinderniſſe, aufgehoben werden muß. In der Annahme, daß das Gewölbe die durch $L = o$ ausgedrückte Form behalten müſſe, liegt nämlich ſchon die Vorausſetzung eines ſolchen Hinderniſſes, für welches wir uns allenfalls einen dem Gewölbe untergeſetzten Lehrbogen denken könnten, der aber auch die Eigenſchaft haben müßte, die Gewölbſtücke, die vom Lehrbogen weggedrückt werden, mit der Kraft $\mu \cdot \sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2}$ feſt zu halten: denn die nach der Richtung der Normallinie wirkende Kraft fällt, wie wir weiter unten ſehen werden, bald poſitiv, bald negativ aus.

§. 4.

Aus der Hauptformel (§. 2) fließen nun, da δx und δy willkührlich ſind, nach Lagrange Mech. anal. I. IV. 5. pag. 47, oder nach I. V. 30. pag. 91, die beiden beſonderen Gleichungen für das Gleichgewicht, die für das ganze Gewölbe gelten müſſen, nämlich:

$$\text{I)} \; \ldots \; P - d\left(\frac{\lambda . dx}{ds}\right) + \mu . \frac{dL}{dx} = o \text{ und}$$

$$\text{II)} \; \ldots \; Q - d\left(\frac{\lambda . dy}{ds}\right) + \mu . \frac{dL}{dy} = o.$$

Aus dieſen beiden Fundamental-Gleichungen müſſen die Werthe von λ und μ entwickelt, und dann $\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{B}'$, $\mathfrak{A}''$, und $\mathfrak{B}''$, mit Rückſicht auf das jedesmalige Gewölbe, in vorkommenden Fällen ſo angenommen werden, daß der Haupt-Gleichung des §. 2. genüget werde; es muß alſo

$$\lambda'' \frac{dx''}{ds''} = \mathfrak{A}''; \; \lambda' \frac{dx'}{ds'} = \mathfrak{A}'; \text{ und}$$

$$\lambda'' \frac{dy''}{ds''} = -\mathfrak{B}''; \; \lambda' \frac{dy'}{ds'} = -\mathfrak{B}', \text{ ſeyn.}$$

Wirkt keine andere Kraft auf die Gewölbtheile, als ihre eigne Schwere, ſo iſt $P = o$, und wenn die Schwerkraft, die der Richtung der Ordinaten y entgegenwirkt, $= 1$, das ſpecifiſche Gewicht der Gewölb-Theile aber $= n$ geſetzt wird, ſo daß ihre Maſſe $=$

n.ds iſt, ſo wird $Q = - n.ds$. Die vorſtehenden Gleichungen I) und II) gehen dadurch in folgende über

$$\text{III)} \ldots\ldots - d\left(\frac{\lambda.dx}{ds}\right) + \mu.\frac{dL}{dx} = 0$$

$$\text{IV)} \ldots\ldots - n.ds - d\left(\frac{\lambda.dy}{ds}\right) + \mu.\frac{dL}{dy} = 0.$$

Nimmt man dabei noch an, daß μ beſtändig $= 0$ ſeyn ſolle, das heißt, daß das Gewölbe beſtehen ſolle, ohne daß die Gewölbtheile durch fremde Kräfte vor dem Verſchieben geſichert werden dürfen; ſo erhält man, aus III) und IV), die bekannten Gleichungen für das Kettengewölbe, die nun zur nähern Beſtimmung von λ und L dienen. Ein Beweis des bekannten Satzes, daß kein anderes als das Ketten-Gewölbe, ohne Reibung und Zuſammenhang, oder überhaupt ohne fremde auf die Gewölbſteine wirkende Kräfte, beſtehen könne.

§. 5.

Die Fundamental-Gleichungen des vorigen §. laſſen ſich auch unmittelbar aus der Zerlegung der Kräfte herleiten; nur muß man dabei einen entgegengeſetzten Weg wählen; man muß nämlich davon ausgehen, daß jedes Gewölbtheilchen, vermöge der darauf wirkenden Kräfte, einen Druck nach der Richtung der Tangente, ſo wie einen nach der Normale ausübt, und muß dieſe Drucke dann zu beſtimmen ſuchen.

Es ſeyen alſo jetzt λ und μ unbekannte Größen; λ bezeichne die Kraft, mit der jedes Gewölbtheilchen ds das ihm zunächſt liegende, nach der Richtung ſeiner Tangente drückt, und $\mu.\sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2}$ ſey die Kraft *), mit der jedes Theilchen ds, in der Richtung der Normale, nach unten aus dem Gewölbe herauszugleiten ſucht, welcher letzteren Kraft alſo der Zuſammenhang des Gewölbes, nach gerade entgegengeſetzter Richtung, widerſtehen muß. Da hier $\frac{dy}{ds}$ an ſich negativ iſt, indem s wächſt, wenn y abnimmt; ſo wird ſich die Tangentialkraft λ in die horizontale Kraft $\lambda.\frac{dx}{ds}$, und in die verticale $-\lambda.\frac{dy}{ds}$; die Normalkraft $\mu\sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2}$ aber, in die horizontale

---

*) Durch die Annahme, daß die Normalkraft $= \mu\sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2}$ ſeyn ſoll, geſchieht der Allgemeinheit offenbar kein Abbruch, weil μ eine noch durchaus unbeſtimmte Größe bezeichnet, und der irrationale Factor alſo im Nenner von μ enthalten ſeyn könnte, wodurch er, in dem Ausdruck, für die Kraft ſelbſt, verſchwinden würde.

Kraft $\mu\sqrt{\left(\left(\frac{dL}{dx}\right)^2+\left(\frac{dL}{dy}\right)^2\right)}\cdot\frac{-dy}{ds}$, und in die verticale $\mu\sqrt{\left(\left(\frac{dL}{dx}\right)^2+\left(\frac{dL}{dy}\right)^2\right)}\cdot\frac{dx}{ds}$ zerlegen. Nun iſt aber $dL=\left(\frac{dL}{dx}\right)\cdot dx+\left(\frac{dL}{dy}\right)\cdot dy=0$ oder $\left(\frac{dL}{dy}\right)^2=\left(\frac{dL}{dx}\right)^2\cdot\frac{dx^2}{dy^2}$; es wird alſo die horizontale, der Kraft $\lambda\frac{dx}{ds}$ gerade entgegengeſetzt wirkende

Kraft $=\mu\sqrt{\left(\left(\frac{dL}{dx}\right)^2+\left(\frac{dL}{dy}\right)^2\right)}\cdot\frac{-dy.}{\sqrt{(dx^2+dy^2)}}=\frac{\mu\sqrt{\left(\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 dy^2+\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 dx^2\right)}}{-dy}\cdot\frac{-dy}{\sqrt{(dx^2+dy^2)}}=\mu\left(\frac{dL}{dx}\right)$; und ebenſo wird die verticale Kraft

$=\mu\sqrt{\left(\left(\frac{dL}{dx}\right)^2+\left(\frac{dL}{dy}\right)^2\right)}\cdot\frac{dx}{ds}=\mu\cdot\left(\frac{dL}{dy}\right)$.

Auf jedes Element ds für ſich betrachtet, ſoll nun eine Kraft P, nach horizontaler, und eine Kraft Q, nach verticaler Richtung wirken. Der ganze Druck $\mu\frac{dL}{dy}$, und der Zuwachs der Kraft $-\lambda\frac{dy}{ds}$, müſſen daher durch die Kraft Q hervorgebracht werden, d. h. es muß 1) $Q-d\left(\frac{\lambda dy}{ds}\right)+\mu\frac{dL}{dy}=0$ ſeyn. Nach horizontaler Richtung muß aber jede Abnahme der Kraft $\lambda.\frac{dx}{ds}$ von der ihr entgegengeſetzten Kraft $\mu.\frac{dL}{dx}$, und von der äußern Kraft P aufgehoben werden, oder es muß 2) $P-d.\left(\frac{\lambda dx}{ds}\right)+\mu.\frac{dL}{dy}=0$ ſeyn.

Offenbar die beiden im vorigen §. gefundenen Gleichungen, und zwar ohne Hülfe der Variationsrechnung bewieſen. Schwerlich würde man ſie aber in der Art gefunden haben, wenn die vorige Methode ſie nicht zuerſt angegeben hätte. Kennt man erſt den Satz, ſo iſt es ſehr leicht, vielerlei Beweiſe dazu zu finden.

§. 6.

Sind λ und μ durch die beiden vorigen Differential-Gleichungen beſtimmt, ſo werden die dafür gefundenen Ausdrücke, nach bewirkter Integration, jedesmal noch arbiträre Conſtanten enthalten: die in jedem Fall durch beſondere Bedingungen beſtimmt werden müſſen. Im Ausdruck von λ, kann man den Werth der Conſtante dadurch ausmitteln,

daß man $\frac{-\lambda . dy}{ds}$, oder den verticalen Druck, den das Widerlager am Auflager des Gewölbbogens erleidet, dem Gewicht des Gewölbes, mit der ganzen darauf ruhenden Laſt, gleich macht: denn inſofern das Gewölbe frei ſteht, oder auf keinem Lehrbogen ruht, tragen die Widerlagen offenbar jene ganze Laſt; und die Summe aller auf verticale Richtung reducirten Normaldrucke wird, für das Ende des Gewölbes, offenbar $= 0$, weil ſonſt eine andere fremde Kraft, außer den Widerlagen, jene Summe der Normaldrucke aufheben müßte; welche Kraft aber, bei frei ſtehenden Gewölben, durchaus fehlt.

Daß für den Anfang der Integration, die Summe der auf horizontale und auf verticale Richtung reducirten Normaldrucke, oder $\int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right)$ und $\int \mu . \frac{dL}{dy}$ Null ſeyn müſſen, bedarf keines Beweiſes, und gibt ein Mittel, die zweite arbiträre Conſtante zu beſtimmen.

§. 7.

Was nun den Seitendruck anbetrifft, den das Gewölbe ausübt, ſo iſt er offenbar dem Drucke, womit der Schlußſtein, in horizontaler Richtung, nach beiden Seiten preßt und gepreßt wird, nebſt dem in der ganzen Länge des Gewölbbogens auf die Gewölbtheile von außen wirkenden Horizontaldruck (P) gleich, d. h. der Seitendruck des Gewölbes wird $= \frac{\lambda' . dx'}{ds'} + S(P)$. Auf der anderen Seite ſieht man aber auch leicht, daß dieſer Seitendruck, aus dem Horizontaldruck nach der Richtung des Gewölbbogens, d. h. aus $+ \frac{\lambda'' . dx''}{ds''}$ und aus der Summe aller auf horizontale Richtung reducirten Normaldrucke, oder aus $- S \mu \left(\frac{dL}{dx}\right)$ zuſammengeſetzt oder $= - S \mu \left(\frac{dL}{dx}\right) + \frac{\lambda'' . dx''}{ds''}$ ſeyn müſſe: denn der horizontal gerichtete Widerſtand der Gewölbtheilchen, der wirklich nur durch ihre Feſtigkeit und den Zuſammenhang der Materialien aufgehoben wird, pflanzt ſich von einem Theile zum andern fort, und äußert ſich zuletzt, in ſeiner ganzen Stärke, auf die Widerlagen, wo irgend eine fremde Kraft, bisweilen bloß die Reibung, ihm das Gleichgewicht hält. Uebrigens iſt es klar, daß der Tangential- und der Normal-Druck, wenn man beide auf horizontale Richtung reducirt, einander entgegen wirken, und alſo von einander abgezogen werden müſſen.

Daß beide hier für den Seitendruck des Gewölbes gefundene Werthe genau mit einander übereinſtimmen, erhellet aus der erſten Formel des §. 4. Denn nach dieſer Formel iſt $\int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right) = \frac{\lambda dx}{ds} - \int P + \text{Const.}$ Für den Anfang des Bogens iſt

aber $\int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right) = 0$ und $\int P = 0$, alſo $Const. = \frac{-\lambda'.dx'}{ds'}$. Am Ende des Bogens iſt indeſſen auch $Const. = S\mu\left(\frac{dL}{dx}\right) - \frac{\lambda''.dx''}{ds''} + SP$, alſo offenbar

$$SP + \frac{\lambda' dx'}{ds'} = - S\mu.\frac{dL}{dx} + \frac{\lambda'' dx''}{ds''}.$$

§. 8.

Hat man die Werthe von λ und μ, nebſt den darin vorkommenden arbiträren Conſtanten, beſtimmt: ſo ergibt ſich nun nicht bloß für die Enden, ſondern auch für jede andere Stelle des Gewölbes, der horizontale ſowohl als der verticale Druck, den ein Gewölbſtein auf den nächſtfolgenden ausübt. Der verticale Druck an jeder Stelle iſt nämlich offenbar $= \frac{-\lambda.dy}{ds} + \int \mu \frac{dL}{dy} + Const. = - \int Q + Const.$, das heißt, der verticale Druck an jeder Stelle iſt gleich dem Gewicht des oberen Gewölbbogens mit der darauf vertical drückenden Laſt.

Der horizontale Druck an jeder Stelle läßt ſich dagegen nach §. 7 beſtimmen; denn es iſt völlig einerlei, ob das Gewölbe auf einer Widerlage, oder auf der Fortſetzung des Gewölbbogens ruht: ſo wie daher der Seitendruck für das ganze Gewölbe $= SP + \frac{\lambda'.dx'}{ds'}$ wird, ebenſo wird er auch für jede andere Stelle $\int.P + \frac{\lambda' dx'}{ds'} = - \int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right) + \frac{\lambda dx}{ds}$ ſeyn; wenn nämlich $\int P$ und $\int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right)$ nur auf den oberen, über der in Rede ſtehenden Stelle befindlichen Theil des Gewölbbogens bezogen werden: ein Satz, der im Grunde keines Beweiſes bedurft hätte, da der Druck, den der Schlußſtein empfängt, ſich von einem Gewölbſtein auf den andern fortpflanzen muß, und nur durch die fremde Kraft P eine Aenderung erleiden kann.

§. 9.

Die Reſultate, zu welchen die bisher aus einander geſetzte Theorie uns geführt hat, ſind durchgehends ſo einfach, und einleuchtend, daß man glauben ſollte, der genommene Umweg, oder die Herleitung derſelben aus den Lehrſätzen der analytiſchen Mechanik ſey völlig unnütz. Es iſt wirklich auch keinem Zweifel unterworfen, daß alle jene Reſultate aus Elementarſätzen hätten abgeleitet werden können: die hier gewählte Herleitungs-Art ſcheint aber den Vortheil zu haben, daß ſie in jedem Fall, beinahe unwillkührlich, auf alle Umſtände aufmerkſam macht, die dabei in Betracht zu ziehen ſind. So

wird der folgende Paragraph uns ſogleich einen Beweis geben, daß ſelbſt die größten Schriftſteller, wenn ſie den ſicheren Weg der Analyſe verlaſſen, und ihre Theoreme für ſich beweiſen, leicht manches überſehen können.

Der Hauptvortheil der analytiſchen Behandlung einer Theorie liegt aber darin, daß man ſie ohne Schwierigkeit ſo allgemein machen kann, als man will. Nach den obigen Formeln werden wir mit eben der Leichtigkeit ganz freiſtehende, als von irgend welchen fremden Kräften gedrückte Gewölbe berechnen können, da man bei der gewöhnlichen Methode, bekanntlich auf viele Schwierigkeiten ſtößt, oder ſich wenigſtens immer neue Formeln und zum Theil ganz neue Methoden ausdenken muß, wenn man nicht bloß freiſtehende, ſondern auch, auf beliebige Art, belaſtete Gewölbe, berechnen will.

§. 10.

Herr Prony bezeichnet in ſeiner Theorie der Gewölbe (Architecture hyd aulique Tom. I. §. 373. pag. 163) das Profil des oberen zwiſchen den beiden Brechungsfugen enthaltenen Gewölbſtückes, (welches nach unſerer Bezeichnung $2.s = 2.AD$ ſeyn würde) mit A, nennt den Winkel, den die Brechungsfuge mit der Verticallinie macht, a, und zeigt dann, daß $\frac{\frac{1}{2}.A}{\text{tang. } a}$ der Druck ſey, den die beiden Gewölbhälften oben gegen einander, oder gegen den Schlußſtein ausüben. Nach dieſer Formel ſoll nun in jedem Fall, mit Rückſicht auf die Härte des Steins, die mindeſtens erforderliche Größe des Schlußſteins beſtimmt werden; indem der ſehr ſtarke Druck einen zu kleinen Schlußſtein offenbar zerquetſchen würde. Herr Prony nimmt die Formel alſo als allgemein richtig an, ob gleich ſie ſchon in dem ganz einfachen Fall, wo die Brechungsfuge horizontal iſt, (z. B. wenn ein Halbzirkel-Gewölbe auf ſeinen Widerlagen ausgleitet) das ſonderbare Reſultat gibt: der Druck gegen den Schlußſtein ſey $= 0$, indem für dieſen Fall $a = 90°$ und $\text{tang. } a = \infty$ wird. In Herrn Pronys Rechnung läßt ſich indeſſen kein Fehler entdecken, ſondern bloß die nicht genug allgemeinen Annahmen, worauf die Rechnung ſich gründet, ſcheinen das obige auffallende Reſultat zu veranlaſſen. Vergleicht man den Gang der Pronyſchen Rechnung mit dem hier gewählten, ſo ſieht man leicht, daß bei jener $\frac{\lambda' dx'}{ds'}$ geradezu $= \frac{-\lambda''.dx''}{ds''}$ geſetzt, und daß $\int\mu\left(\frac{dL}{dx}\right)$ ganz überſehen iſt; weßhalb ſich natürlich auch $\frac{\lambda'.dx'}{ds'} = 0$ finden muß, wenn $\frac{dx''}{ds''} = 0$ iſt. Nur beim Kettengewölbe, wo $\mu = 0$, und alſo auch $\int\mu\left(\frac{dL}{dx}\right) = 0$ iſt, findet daher dieſe Formel Anwendung; bei andern, namentlich bei Halbzirkel-Gewölben, ſcheint ſie dagegen ſchon

mit den Elementarbegriffen der Statik zu ſtreiten, wie wir dieß unten, im dritten Abſchnitt, näher zu zeigen verſuchen werden. Herr Prony ſagt zwar, die von ihm aufgeſtellte Formel ſey nur gültig, wenn man von der Reibung abſtrahire: wenn ich nicht irre, ſo hätte dieß aber heißen müſſen, ſie gilt nur, wenn man von allen fremden Kräften abſtrahirt, die den Einſturz des Gewölbes verhüten. Ohne ſolche fremde Kräfte iſt jedoch nur das Kettengewölbe denkbar; das hieße dann alſo, die Pronyſche Formel gilt nur für das Kettengewölbe.

Dergleichen aus der Unzulänglichkeit der Annahmen herrührende Fehler ſind faſt unvermeidlich, wenn man die Rechnung nicht von allgemein evidenten Grundprincipien, ſondern von mehr oder weniger willkührlichen Hypotheſen, ausgehen läßt.

§. 11.

Um nun auch die Dicke des Gewölbes, die hier beſtändig mit z oder ζ bezeichnet werden ſoll, in Rechnung zu bringen: wird man ſich das Gewölbe aus einer unendlich großen Anzahl ganz dünner, aber unter ſich gleich dicker gewölbförmig gebogener Dräthe, oder ausgeſpannter (jedoch nach oben gekehrter) Fäden, zuſammengeſetzt denken, und annehmen können, daß jeder auf das Gewölbe ausgeübte Druck auf alle dieſe Fäden gleichförmig vertheilt ſey. Die Richtigkeit dieſer Annahme, und beſonders die gleiche Vertheilung des Druckes auf alle Gewölbfäden, läßt ſich zwar nicht theoretiſch beweiſen, vielleicht aber durch die Natur der Sache rechtfertigen, oder doch entſchuldigen.

Drücken nämlich zwei Gewölbſtücke (Taf. XXVI, Fig. 11) abcd und ghef gegen einander, ſo läßt ſich aus der Theorie ſehr leicht beweiſen, und auch ohne Beweis einſehen, daß der Druck in der ganzen Fuge nicht gleich vertheilt ſeyn könne, ſondern bei c ſtärker als bei d ſeyn müſſe. Aus was für einer Materie die Gewölbſtücke aber auch beſtehen mögen, ſo werden ſie nie ſo mathematiſch eben gearbeitet werden können, und der Mörtel wird nie ſo gleichförmig dazwiſchen vertheilt werden können, daß alle Puncte der Fläche dc, zu gleicher Zeit, mit allen Puncten der Fläche gh in Berührung kämen. Nur einige, und zwar die am meiſten vorſtehenden Puncte der Flächen, werden den ganzen Druck gegen einander ausüben; und da man keinen Grund hat, anzunehmen, daß dieſe Puncte gerade bei c und g, und nicht bei d oder h liegen ſollten, ſondern im Gegentheil annehmen muß, daß, wenn nur einzelne wenige Puncte einander berühren, dieſe ſo lange werden zuſammengedrückt werden, bis der Druck auf die ganze Fläche ziemlich gleichförmig vertheilt iſt: ſo ſcheint die obige Vorausſetzung, daß alle Theile der Berührungsflächen gleichen Druck leiden, noch die am meiſten wahrſcheinliche

zu ſeyn. Jene Vorausſetzung iſt überdieß auch von allen Schriftſtellern, die über Gewölbe geſchrieben haben, ſtillſchweigend oder ausdrücklich angenommen worden. Ob das Gewölbe dabei aus Keilſtücken zuſammengeſetzt gedacht wird, die in allen Puncten ihrer Berührungsflächen gleich ſtark gegen einander drücken; oder ob man annimmt, das Gewölbe beſtehe aus unendlich vielen Dräthen, auf die der Druck gleich vertheilt iſt, das heißt, von denen, in jedem beſtimmten Fugenſchnitt des Gewölbes, jeder obere Theil eines Drathes auf den zunächſt folgenden Theil deſſelben Drathes genau eben ſo ſtark drückt, als der obere Theil eines anderen Drathes, auf den nächſtfolgenden Theil dieſes andern Drathes dieß macht offenbar in der Sache ſelbſt gar keinen, oder wenigſtens nur einen ſcheinbaren Unterſchied.

§. 12.

Statt daß vorher (§. 4) ein Gewölbtheilchen mit ds bezeichnet wurde, muß man nun offenbar, wenn z die, nach der Richtung der Normallinie, oder ſenkrecht auf die Gewölblinie s gemeſſene Dicke des Gewölbes bezeichnet, $dz.ds$ für ein Gewölbtheilchen ſetzen, und dann erſt für s, nachher für z integriren, oder umgekehrt. Hat das Gewölbe allenthalben gleiche Dicke, ſo kann man den in jedem Falle geſuchten Druck zuerſt für einen Gewölbdrath beſtimmen, bei der Integration z und dz, ſo wie alle Größen, von denen es abhängt, (z. B. in einem Kreisgewölbe den Radius) als völlig unveränderlich anſehen, und nachher für z integriren; bei welcher zweiten Integration das Integral des vom Gewölbbogen ausgeübten Drucks, für $z=0$, auch Null werden muß, weil für $z=0$ das ganze Gewölbe verſchwindet. Die Integration nach der Dicke des Gewölbes ſoll in der Folge immer mit einem Deutſchen S bezeichnet werden, da hingegen die nach der Länge des Gewölbbogens, durch ein kleines lateiniſches ſ, und wenn ſie bis zum Ende des Bogens, d. h. bis zu den Widerlagen geführt iſt, durch ein großes lateiniſches S angedeutet wird.

§. 13.

Nach den §§. 7 und 8 findet man zwar den Seitendruck für einen Gewölbdrath, und wenn man dieſen, nach §. 12, für die Dicke des Gewölbes integrirt; ſo ergibt ſich auch der ganze Seitendruck, ſowohl unten am Ende des Gewölbes, als an jeder anderen Stelle. Dabei liegt aber die Vorausſetzung zum Grunde, daß die Gewölbſteine, im halben Gewölbbogen AB, (Taf. XXVI, Fig. 10) Zuſammenhang genug hätten, um vor dem Auseinanderfallen ſicher zu ſeyn, und es iſt auf den Zuſammenhang der beiden Gewölbhälften, oben im Schluß bei A, immer noch keine Rückſicht genommen.

Um auch den Einfluß, den dieſer Zuſammenhang auf den Seitendruck des Gewölbes hat, gehörig in Betrachtung zu ziehen, muß man bedenken, daß, wenn das Gewölbe wirklich die Widerlagen aus einander ſchiebt, eine Drehung um den Punct A erfolgen muß. Es iſt aber, wenn l den Zuſammenhang für die Einheit des Flächenmaaßes, und ζ die ganze Dicke des Gewölbes, oder den ganzen Werth von z an der oberſten Stelle, oder bei A, ausdrückt, bekanntlich $\frac{1}{2}.l.\zeta^2$ das Moment der Kraft des Zuſammenhanges für die Drehung um A, und dieß Moment hebt in B offenbar eine Kraft $= \frac{\frac{1}{2}.l.\zeta^2}{AC}$ auf, ſo daß ſich alſo auf die Widerlagen nur ein horizontaler Seitendruck $= SP + \frac{\lambda'.dx'}{ds'} - \frac{\frac{1}{2}l.\zeta^2}{AC}$ äußern kann. Um nun auch den Einfluß des Zuſammenhanges in A auf jeden nach anderer Richtung wirkenden Druck zu beſtimmen, darf man offenbar nur für AC, ein aus A auf dieſe andere Richtung gezogenes Loth ſubſtituiren.

§. 14.

Unter der Vorausſetzung, daß ein Gewölbe nur in ſeinen Mörtelfugen zerbrechen könne, gilt das im §. 13 Geſagte offenbar von keinem Gewölbe, das einen beträchtlich großen Schlußſtein hat. Bei einem ſolchen Schlußſtein, wird nämlich der ſeiner einen Hälfte zugehörige Theil, $\int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right)$, von dem der andern Hälfte zugehörigen, entgegengeſetzt wirkenden, geradezu aufgehoben; ſo daß, wenn NKAG (Taf. XXVI, Fig. 12) den halben Schlußſtein bezeichnet, der horizontale Druck in B, nur

$$= \frac{\lambda' dx'}{ds'} + SP - \frac{1}{2}\frac{l.\zeta^2}{GE} + \int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right)$$ wird. Da aber (nach §. 4)

$$\int \mu \left(\frac{dL}{dx}\right) = -\int P + \frac{\lambda.dx}{ds} + \text{Const.},$$ und Const. (nach §. 7) $= -\frac{\lambda' dx'}{ds'}$

iſt; ſo wird der ganze horizontale Seitendruck

$$= \frac{\lambda'.dx'}{ds'} + SP - \int P + \frac{\lambda.dx}{ds} - \frac{\lambda'.dx'}{ds'} - \frac{\frac{1}{2}.l.\zeta^2}{GE}$$

$$= \lambda\frac{dx}{ds} + SP - \int P - \frac{\frac{1}{2}l.\zeta^2}{GE};$$ wo GE parallel mit AC und beide lothrecht, oder ſenkrecht auf BC, gedacht werden müſſen. Da aber weder Cohäſion noch Reibung für ſich wirken, ſondern bloß zur Vernichtung anderer Kräfte dienen können: ſo muß auch hier, wenn der Schlußſtein einen ſehr großen Theil des Gewölbes, oder das

ganze Gewölbe ausmacht, und $\frac{\lambda''.dx''}{ds''} = 0$ oder $\frac{\lambda' dx'}{ds'} + S\mu\left(\frac{dL}{dx}\right) = 0$ wird, der Seitendruck $= 0$ und nicht $\frac{-\frac{1}{2} l . \zeta^2}{GE}$ ſeyn, wie dieß freilich an ſich einleuchtet, da in dem angeführten Fall das Gewölbe nur aus einem unzerbrechlichen, und zwar horizontal aufliegenden Stein beſtehen würde.

Zweiter Abſchnitt.

Von der Feſtigkeit, und vom Einſtürzen der Gewölbe.

§. 15.

Bisher betrachteten wir die Gewölbe als feſt ſtehend, und nahmen an, die Gewölbſtücke hatten Zuſammenhang genug, um vor dem Einſturz ſicher zu ſeyn. Es kommt nun aber darauf an, die Abmeſſungen zu beſtimmen, die das Gewölbe haben muß, um wirklich ſicher zu ſtehen. Ein Gewölbe kann ſowohl durch die vertical, als durch die horizontal darauf wirkenden Kräfte eingeſtürzt werden, und muß daher ſtark genug ſeyn, um den einen, ſo wie den andern, unbedingt Widerſtand zu leiſten. Alle Kräfte, die nach andern (ſchrägen) Richtungen darauf wirken, laſſen ſich leicht in horizontale und verticale zerlegen. Wirken aber horizontale und verticale Kräfte zugleich auf das Gewölbe, ſo müſſen ſeine Abmeſſungen in der Art beſtimmt werden, daß weder die einen, inſofern die andern zugleich, noch die andern, inſofern die erſten zugleich wirken, den Einſturz hervorbringen können.

Stehen die auf ein Gewölbe nach verſchiedenen Richtungen wirkenden Kräfte, in einem gewiſſen günſtigen Verhältniß zu einander, ſo können ſie, wie ſtark auch jede Kraft für ſich genommen ſeyn mag, nur dadurch den Einſturz bewirken, daß ſie die Gewölbſteine ganz zerquetſchen; davon weiter unten (§. 23).

§. 16.

Verurſachen die verticalen Kräfte den Einſturz eines Gewölbes; ſo werden die oberen Theile deſſelben nach unten fallen, und die unteren Theile werden den oberen Platz machen, oder ſich aus dem Wege bewegen müſſen. Jede Bewegung kann aber bekanntlich nur fortſchreitend oder drehend oder beides zugleich ſeyn. Die unteren Theile werden alſo ausgleiten, oder ausgleiten und ſich dabei zugleich drehen, oder ſich bloß

drehen müſſen. Im erſten Fall liegt die unterſte Steinfuge, in welcher das Ausgleiten oder Verſchieben des Gewölbes ſtatt findet, in, auf, oder über den Widerlagen, und das Gewölbe zerbricht dabei oben in der Mitte, oder der obere Theil bleibt unzerbrochen und ſinkt zwiſchen den unteren nach der Seite geſchobenen Theilen herab.

Beim zweiten Fall, wo ein Gleiten und Drehen der unteren Gewölbſtücke ſtatt hat, liegt die untere Gleitungsfuge wieder in, auf, oder über den Widerlagen, und der obere Gewölbtheil zerbricht in der Mitte, oder er bleibt unzerbrochen, und es entſteht dagegen, in einiger Entfernung von der Mitte, in jeder Gewölbhälfte, eine beſondere Brechungsfuge.

Endlich beim dritten Fall, oder beim Drehen der unteren Gewölbtheile, trifft der Drehungspunct wieder in, auf oder über die Widerlager, und der obere Theil des Gewölbbogens bleibt unzerbrochen, oder zerbricht in der Mitte am Schlußſtein.

§. 17.

Das Zerbrechen des Gewölbes kann nun aber auch durch das Uebergewicht der nach horizontaler Richtung wirkenden Kräfte verurſacht werden, indem die unteren Gewölbtheile dadurch nach der Mitte gepreßt, und die oberen Theile gehoben werden. Dieß kann aber, da der untere Theil der Widerlagen als feſtſtehend anzuſehen iſt, wieder durchs Gleiten, durchs Drehen oder durch beides zugleich geſchehen.

In jedem dieſer drei Fälle kann die untere Verſchiebungs- oder Drehungsfuge in, auf, oder über den Widerlagen liegen, und der obere Gewölbtheil dabei in der Mitte zerbrechen oder unzerbrochen bleiben. So entſtehen hier alſo, wie im vorigen §., achtzehn beſondere Brechungsarten, die aber in der Wirklichkeit nicht leicht vorkommen, da nur in äußerſt ſeltenen Fällen einigermaßen ſtarke horizontale Kräfte auf die Gewölbe wirken, weßhalb wir uns in der Folge auch hauptſächlich nur mit den Brechungsarten, durch verticale Kräfte, beſchäftigen wollen.

§. 18.

Um die Ueberſicht der ſechs und dreißig gewöhnlichſten Arten, auf welche Gewölbe zerbrochen werden können, zu erleichtern, ſind ſie in die nachſtehende Tabelle gebracht; und ſämtlich in Fig. 14 bis 49 auf der XXVIſten Kupfertafel abgebildet.

Tafel

der ſechs und dreißig gewöhnlichſten Brechungs-Arten irgendwie belaſteter Tonnen-Gewölbe.

Nro.	Die Tonnengewölbe zerbrechen	Taf. XXVI.
	I) durch das Uebergewicht der verticalen Kräfte. Dabei machen die unteren Gewölbtheile den oberen Plaß:	
	A) Durchs Gleiten, wobei	
	a) das Gewölbe oben in der Mitte zerbricht, und die untere Brechungsfuge ſich	
I.	. . . α) in den Widerlagen ſelbſt	Fig. 38
II.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 39
III.	. . . γ) im Gewölbbogen, oder über den Widerlagen, befindet.	Fig. 40
	b) der obere Gewölbtheil in der Mitte unzerbrochen bleibt, aber, an zwei Stellen, von den unteren Theilen losgeriſſen wird, und die untere Brechungsfuge ſich	
IV.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 41
V.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 42
VI.	. . . γ) im Gewölbe, oder über den Widerlagen, befindet.	Fig. 43
	B) Durchs Gleiten und Drehen, wobei	
	a) der obere Gewölbtheil gerade in der Mitte, oder am Schlußſtein zerbricht, und die untere Brechungsfuge ſich	
VII.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 14
VIII.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 15
IX.	. . . γ) über den Widerlagen befindet	Fig. 16
	b) das Gewölbe oben in der Mitte unzerbrochen bleibt, und an zwei Stellen von den unteren Theilen losbricht; dabei aber die untere Brechungsfuge ſich	
X.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 17
XI.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 18
XII.	. . . γ) im Gewölbe, oder über den Widerlagen, befindet	Fig. 19
	C) Durchs Drehen, wobei	
	a) der obere Gewölbtheil unzerbrochen bleibt, und zwiſchen den unteren Theilen hinabgleitet; der untere Drehungspunct ſich aber	

Nro.		Taf. XXVI.
XIII.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 20
XIV.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 21
XV.	. . . γ) im Gewölbe ſelbſt, oder über den Widerlagen, befindet.	Fig. 22
	b) das Gewölbe oben in der Mitte zerbricht, und der untere Drehungspunct ſich	
XVI.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 23
XVII.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 24
XVIII.	. . . γ) im Gewölbe ſelbſt, oder über den Widerlagen, befindet.	Fig. 25
	II. Durch das Uebergewicht der horizontalen Kräfte. Dabei weichen die unteren Gewölbtheile der horizontalen Kraft aus:	
	A) Bloß durchs Gleiten; wobei	
	a) der obere Gewölbtheil unzerbrochen bleibt, und von den unteren in die Höhe gepreßt wird; die untere Brechungsfuge ſich aber	
XIX.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 44
XX.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 45
XXI.	. . . γ) im Gewölbe ſelbſt, oder über den Widerlagen, befindet.	Fig. 46
	b) der obere Gewölbtheil in der Mitte zerbricht, und die untere Verſchiebungsfuge	
XXII.	. . . α) in die Widerlagen	Fig. 47
XXIII.	. . . β) genau auf die Widerlagen	Fig. 48
XXIV.	. . . γ) über die Widerlagen trifft.	Fig. 49
	B) Durchs Gleiten und Drehen; wobei	
	a) das Gewölbe oben in der Mitte zerbricht, und die untere Brechungsfuge ſich	
XXV.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 26
XXVI.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 27
XXVII.	. . . γ) über den Widerlagen befindet	Fig. 28
	b) der obere Gewölbtheil unzerbrochen bleibt, und von den unteren gehoben wird; die untere Brechungsfuge ſich aber wieder	
XXVIII.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 29
XXIX.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 30
XXX.	. . . γ) über den Widerlagen befindet.	Fig. 31

Nro.		Taf. XXVI.
	C) Bloß durchs Drehen; wobei	
	a) der obere Gewölbtheil unzerbrochen bleibt, und von den unteren in die Höhe gepreßt wird; der untere Drehungspunct ſich aber	
XXXI.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 32
XXXII.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 33
XXXIII.	. . . γ) über den Widerlagen befindet	Fig. 34
	b) der obere Gewölbtheil in der Mitte zerbrochen und von den unteren Theilen am Schlußſtein in die Höhe gepreßt wird; der untere Drehungspunct ſich aber endlich auch wieder	
XXXIV.	. . . α) in den Widerlagen	Fig. 35
XXXV.	. . . β) gerade auf den Widerlagen	Fig. 36
XXXVI.	. . . γ) über den Widerlagen befindet.	Fig. 37

Die Brechungs-Arten No. I — VI, und No. XIX — XXIV, durften der Vollſtändigkeit wegen hier nicht übergangen werden, kommen aber in der Wirklichkeit nicht leicht vor, weil die Reibung, wie glatt auch die Gewölbſtücke polirt ſeyn mögen, in der Regel ſtark genug iſt, um ſie zu verhüten. Ueberdieß iſt ihre Berechnung leichter, als die Berechnung aller übrigen Fälle, und aus dieſen ſehr füglich zu folgern. Aller jener Fälle, wobei die unteren Gewölbſtücke bloß verſchoben und gar nicht gedrehet werden, ſoll daher auch nicht weiter Erwähnung geſchehen. Was die anderen vier und zwanzig Brechungs-Arten anbetrifft, ſo macht jedes zu berechnende Gewölbe durch ſeine Figur, oder durch die in der Aufgabe ſelbſt enthaltenen Bedingungen, gewöhnlich ſchon mehrere dieſer Brechungs-Arten unmöglich. Um aber die zur völligen Sicherheit des Gewölbes erforderlichen Dimenſionen zu erfahren, muß man alle übrig bleibenden möglichen Brechungs-Arten unterſuchen, und das Gewölbe ſo lange immer ſtärker annehmen, bis die Rechnung zeigt, daß es auf keine Art mehr zerbrechen könne.

§. 19.

Beim wirklichen Einſturz eines Gewölbes, findet man es gewöhnlich in viele Stücke zertrümmert; der erſte Bruch wird aber immer ſo wenige Fugen als möglich von einander trennen, weil eine größere Kraft dazu gehört, den Zuſammenhang in mehreren als in wenigen Fugen zu vernichten. Aus dieſem Grunde dürfen daher, bei Berechnung der Stärke der Gewölbe, bloß die Fälle, wobei die möglichſt kleinſte Anzahl Brüche

vorkommt, in Betracht gezogen werden: ob es gleich einleuchtend iſt, daß ſehr große, an einer oder an mehreren Stellen heftig auf das Gewölbe wirkende Kräfte es plötzlich in viele Stücke zertrümmern können. Von ſolchen Fällen iſt hier aber nicht die Rede: man wird alſo die vorſtehende Tabelle deßhalb gerade noch nicht unvollſtändig nennen dürfen, weil ſie nicht die Art des Zerbrechens angibt, die zum Beiſpiel eine auf das Gewölbe fallende Bombe hervorbringen würde. Auch dieſe Brechungs-Arten, in viele kleine Stücke, laſſen ſich aber, nach den oben entwickelten Grundformeln ſehr leicht berechnen.

§. 20.

Bei Gewölben, die einen eigentlichen Schlußſtein haben, kann der obere Gewölbtheil offenbar nicht in der Mitte, ſondern er muß auf einer oder der andern Seite des Schlußſteins zerbrechen. Es macht aber in der Rechnung oft einen großen Unterſchied, ob man darin annimmt, daß das Gewölbe gerade in der Mitte, wo vielleicht die größte Laſt darauf drückt, oder daß es ein wenig von der Mitte entfernt, und zwar auf der einen oder auf der andern Seite des Schlußſteins brechen werde. Für alle Gewölbe mit einem einigermaßen bedeutenden Schlußſtein, muß daher die Rechnung doppelt geführt, nämlich einmal das Brechen auf dieſer, dann das Brechen auf der andern Seite des Schlußſteins vorausgeſetzt, und die Stärke des Gewölbes ſo beſtimmt werden, daß es weder bei der einen noch bei der anderen Vorausſetzung, d. h. daß weder die eine noch die andere Hälfte einſtürzen könne.

Man könnte dabei nun noch fragen, auf welcher Seite des Schlußſteins der Bruch erfolgen werde, wenn das Gewölbe, für die darauf ruhende Laſt, zu ſchwach iſt. Inſofern Druck und Gewicht auf beiden Gewölbhälften genau gleich groß ſind, kann die Theorie dieſe Frage durchaus nicht beantworten: denn es tritt dabei derſelbe Fall ein, als beim statu aequilibrii labili. Findet nämlich auf keiner Seite das geringſte Uebergewicht der Momente ſtatt, ſo ſollte das Gewölbe in beiden Schlußſtein-Fugen zugleich brechen. Dazu würde aber doppelt ſo viel Kraft gehören, indem ein doppelter Zuſammenhang zu überwinden wäre; iſt dazu nicht genug Kraft vorhanden, ſo kann das Gewölbe gar nicht brechen: gerade ſo, wie ein auf eine Nadelſpitze geſtellter Thurm nicht fallen kann, wenn er nur nach keiner Seite überhängt.

§. 21.

Die Darſtellung im §. 20 kommt im Grunde mit der Annahme überein, daß das Gewölbe aus drei Stücken, (nämlich aus dem Schlußſtein und aus den, zwiſchen dem Schlußſtein, und den beiden Widerlagen, enthaltenen Bogen) beſtehe, und daß dieſe

drei Stücke bloß mit einer beſtimmten Kraft unter einander zuſammenhängen: eine Annahme, die durchaus noch der Rechtfertigung bedarf, indem dabei natürlich die Frage entſteht: warum denn gerade die Steinfugen am Schlußſtein und nicht lieber irgend welche andere, in Betracht gezogen ſind. Die Antwort hierauf ergibt ſich ſehr leicht. Alles Uebrige gleich geſetzt, wird nämlich gerade die oberſte Steinfuge jedesmal diejenige ſeyn, deren Zuſammenhang, nächſt dem Zuſammenhange in der Brechungsfuge ſelbſt, auf die Feſtigkeit des Gewölbes den mindeſten Einfluß hat; weil jede niedriger gelegene oder weiter vom Schlußſtein entfernte Steinfuge mit einem weit größern Momente dem Zerbrechen in einer noch niedrigeren Fuge entgegenwirkt.

§. 22.

Sind die Abmeſſungen eines Gewölbes ſo beſchaffen, daß es auf mehr als eine Art brechen kann, ſo ſcheint nicht ſowohl die Statik, als vielmehr die Dynamik, die Frage, wie es eigentlich brechen werde, beantworten zu müſſen. Es wird nämlich jedesmal auf die Art brechen, bei welcher das Differential des Herabſinkens ſeines gemeinſchaftlichen Schwerpunctes am größten wird, d. h. bei welcher es am ſchnellſten fallen kann.

Dieſe Frage iſt jedoch bloß ſpeculativ; in der Anwendung kommt es nicht darauf an, zu wiſſen, auf welche Art das Gewölbe fallen werde, ſondern zu wiſſen, welche Abmeſſungen es haben müſſe, um auf keine Art fallen zu können.

§. 23.

Außer der erforderlichen Stärke des Gewölbes und der Widerlagen, die durch Berechnung der obigen 36 Brechungs-Arten ausgemittelt werden kann, muß man aber auch unterſuchen, ob die Gewölbſteine ſelbſt, vor dem Zerquetſchen oder Zerdrücken geſichert ſind. Um dieß zu erfahren, darf man nur nachſehen, ob die ganze Tangentialkraft aller Gewölbfäden, oder $S\lambda$, wenn ſie auf die Berührungsfläche eines Gewölbſteins vertheilt wird, für einen Quadratzoll oder Quadratfuß der Fläche, einen größeren Druck gebe, als ein ſo großer Theil der Steinfläche tragen kann. Welchen Druck jede Stein-Art aber wirklich auszuhalten im Stande ſey, muß durch Verſuche beſtimmt werden. Herr Perronet hat, mit einer beſonders dazu eingerichteten Maſchine, ſehr ſchätzbare Verſuche über die Feſtigkeit der Franzöſiſchen Steinarten angeſtellt, auch eine Menge Erfahrungen darüber geſammlet, und ſie in ſeinem vortrefflichen Werke über den Brückenbau zum Theil bekannt gemacht.

Beſonders wichtig iſt aber die Ausmittelung des Tangentialdruckes $S\lambda$ bei den eiſernen Brücken, denn bei dieſen gibt ſie beinahe den einzigen Maaßſtab zur Beſtimmung

der Dicke der Brückenbogen an die Hand: leider fehlt es nur noch ſehr an Erfahrungen über die Stärke des gegoſſenen Eiſens.

§. 24.

Die Brechungs-Arten No. VII, VIII und IX, die durch Taf. XXVI, Fig. 14, 15 und 16 abgebildet ſind, laſſen ſich nach §. 7 und §. 14, in jedem vorkommenden Fall, äußerſt leicht berechnen, indem es bloß darauf ankommt, die Reibung (die mit der Laſt zunimmt) und die Adhäſion, die mit der Fläche zunimmt, an allen Stellen, im Gewölbe ſowohl als in den Widerlagen, ſo ſtark zu machen, daß ſie den Seitendruck überwiegt. Denn bloß Reibung und Adhäſion müſſen hier im Stande ſeyn, den horizontalen Seitendruck zu vernichten. Drückt man den Seitendruck durch eine Formel allgemein aus, und ſetzt ihm Reibung und Adhäſion zuſammengenommen gleich, ſo erhält man eine Gleichung, die zur Beſtimmung der jedesmaligen noch unbekannten Größe, nämlich der Dicke des Gewölbes, Dicke der Widerlagen, Höhe der Widerlagen u. ſ. w. dient.

§. 25.

Was nun insbeſondere den Fall No. VII anbetrifft, ſo wollen wir annehmen, daß der Seitendruck, nach §. 12 und §. 13, vollſtändig entwickelt und $= \Sigma$ ſey. Der Ausdruck von Σ wird dann, wenn $\alpha\zeta$ die untere Brechungsfuge des auf Taf. XXVI, Fig. 12 abgebildeten halben Gewölbes bezeichnet, nach §. 14 offenbar auch die Größe Ah, oder die Entfernung des oberſten Gewölbpunctes von der Verlängerung der Brechungsfuge, und alſo auch die Höhe $M\zeta$ enthalten.

Auf der andern Seite werden die dem Auseinandergleiten widerſtehenden Kräfte, nämlich die fremden Kräfte, die von außen vielleicht auf $V\alpha$ wirken, ſo wie die Adhäſion und Reibung in der Fuge $\alpha\zeta$ ſelbſt, gleichfalls von der Größe $M\zeta$ abhängen: denn ſchon die Reibung in $\alpha\zeta$ iſt ein Vielfaches von dem verticalen Druck auf $\alpha\zeta$, und dieſer rührt von dem Gewicht des ganzen Gewölbes mit der darauf wirkenden Laſt, und vom Gewicht des Widerlageſtückes $MV\alpha\zeta$ her. Den ganzen, dem Ausgleiten auf $\alpha\zeta$ entgegenwirkenden Widerſtand wollen wir hier Π nennen. Σ und Π werden alſo von $M\zeta$, oder von der Höhe der Brechungsfuge abhängen. Soll aber kein Ausgleiten möglich ſeyn, ſo muß in keinem Fall $\Sigma > \Pi$ oder $\Sigma - \Pi > 0$ werden: man ſuche daher zuvörderſt, indem man $\Sigma - \Pi$ bloß für die Variabilität von $M\zeta$ differentiirt, den Werth von $M\zeta$, für welchen $\Sigma - \Pi$ am größten iſt. Kennt man dieſen, ſo muß nun die Dicke der Widerlagen, die bei der Differentiirung als conſtant angeſehen wurde, ſo beſtimmt werden, daß $\Sigma - \Pi$ auch in dem Fall, wo es den größten Werth hat, immer noch nega-

tiv oder < 0 ſey; dieß gibt alſo eine Gleichung, woraus die zur Sicherheit erforderliche mindeſte Dicke der Widerlagen hervorgeht.

§. 26.

Fände ſich bei der obigen Differentiirung, daß $\Sigma - \Pi$ kein eigentliches Maximum habe, ſondern immer größer werde, je größer $M\zeta$ wird, ſo wäre dieß ein Zeichen, daß das Ausgleiten am leichteſten ganz unten, am Ende der Widerlagen, erfolgen könnte, und dieſe werden alſo die Stärke erhalten müſſen, bei welcher für das untere Ende $\Pi > \Sigma$ wird. Fände man dagegen, daß $\Sigma - \Pi$ immer größer werde, je kleiner $M\zeta$ wäre, ſo müßte man für das Ausgleiten am oberen Ende der Widerlagen, oder in der oberſten Horizontalfuge Mm, mehr als an jeder andern Stelle beſorgt ſeyn, und dann müßte die Dicke der Widerlagen groß genug angenommen werden, damit auch für die Brechungsfuge Mm, $\Pi > \Sigma$ werde. In der Wirklichkeit iſt $\Sigma - \Pi$ faſt immer für die oberſte Horizontalfuge Mm größer, als für alle tiefer liegenden.

§. 27.

Die Rechnung für den Fall No. IX, ſcheint anfangs etwas mehr Schwierigkeiten zu verurſachen; kommt aber im Grunde mit der vorigen ganz überein, inſofern man nur von der Vorausſetzung ausgeht, daß das Gewölbe bloß in ſeinen Mörtelfugen brechen könne. Eine Vorausſetzung, die wohl ziemlich allgemein zuläſſig ſeyn dürfte. Es kommt hierbei zuerſt darauf an, aus der Gleichung für die Geſtalt des Gewölbes, einen allgemeinen Ausdruck für den Winkel zu finden, den die Steinfugen mit dem Horizont machen: dieſer Ausdruck wird offenbar auch den Winkel der geſuchten noch unbekannten Brechungsfuge des Gewölbes umfaſſen, welcher Winkel hier φ heißen mag. Wir wollen dabei annehmen, daß fe (Taf. XXVI, Fig. 12) die geſuchte unterſte Brechungsfuge ſey, auf welcher der obere Theil des Gewölbes (nach Fig. 16) herausgeſchoben werden wird. Behufs der anzuſtellenden Berechnung wird man nun zuvörderſt die Werthe von λ und μ (nach §. 4) ſuchen, für die Dicke des Gewölbes integriren, nach §. 6 die arbiträren Conſtanten beſtimmen, und dann den geſammten auf die Fuge fe horizontal und vertical wirkenden Druck, mit Einſchluß der fremden Kräfte P und Q, ausmitteln müſſen. Nennt man den horizontalen Druck W, den verticalen U; ſo ſieht man leicht, daß die Kraft, die den oberen Gewölbtheil auf fe nach außen herauszuſchieben ſucht, $= W \cos\varphi - U \sin\varphi$ ſey. Außer den auf den Gewölbbogen ſelbſt wirkenden fremden Kräften P und Q, widerſtehen jener Kraft, theils der Zuſammenhang in der unterſten Brechungsfuge fe, theils die auf fe von W und U, ſo wie von P und Q

verurſachte Reibung, theils der Zuſammenhang in der oberſten Brechungsfuge, die entweder genau in die Mitte des Gewölbes, oder doch dicht an den Schlußſtein trifft: es verſteht ſich dabei, daß dieſer letzte Zuſammenhang nicht ſchon (nach §. 13) bei Beſtimmung des Seitendrucks in Abzug gebracht ſeyn darf.

Die Summe der dem Zerbrechen widerſtehenden Kräfte muß nun, an jeder Stelle des Gewölbes, größer als $W \cos \varphi - U \sin \varphi$ ſeyn: es iſt daher zuerſt, durch Differentiirung für φ, näher auszumitteln, für welchen Werth von φ der Ueberſchuß der Kraft am größten, oder der Ueberſchuß des Widerſtandes am kleinſten iſt. Kennt man dieſen Werth, ſo ſubſtituirt man ihn, und ſetzt den Widerſtand nun der Kraft gleich, die das Brechen verurſacht. Dadurch ergibt ſich dann eine Gleichung, die die als unbekannt angenommenen Abmeſſungen (in der Regel die Dicke) des Gewölbes zu beſtimmen dient.

Wir wollen nun noch an einem beſtimmten ſehr leichten Fall das hier vorgeſchriebene Verfahren zu erläutern verſuchen.

§. 28.

Man denke ſich ein Gewölbe, auf das keine anderen Kräfte wirken, als die Schwere des Gewölbbogens und eine oben, auf der Mitte des Schlußſteins, ruhende Laſt 2.R. Die Gleichungen des §. 4 werden für dieſen Fall, die Schwere = 1 geſetzt, folgende

$$\mu \left(\frac{dL}{dx}\right) = d\left(\frac{\lambda\, dx}{ds}\right).$$

$$- n.ds.dz - d\left(\frac{\lambda\, dy}{ds}\right) + \mu\left(\frac{dL}{dy}\right) = 0;$$ in welchen n, wie bisher, das ſpecifiſche Gewicht der Gewölbmaſſe, und z die Dicke des Gewölbbogens bedeutet. Es iſt alſo, $\lambda \frac{dx}{ds} = \int \mu \frac{dL}{dx} + \text{Const.}$

$$\lambda \frac{dy}{ds} = \int \mu \left(\frac{dL}{dy}\right) - n.s.dz + \text{Const.}$$

Nun ſey fe, in Taf. XXVI, Fig. 12, die Steinfuge, in der das Gewölbe ſich verſchiebt; der Winkel, den fe mit der Horizontallinie macht, $= \varphi$, der Coefficient des Zuſammenhanges in der Mitte des Gewölbes bei AK = l, die Kraft, welche dazu erfordert wird, den oberen Gewölbtheil in der ganzen Fuge fe vom unteren loszureißen, oder der Zuſammenhang in dieſer Fuge = m, die geſammte auf den unmittelbar unter fe befindlichen Gewölbſtein vertical drückende Kraft = U die auf eben dieſen Stein horizontal drückende Kraft = W und der Inhalt des Gewölbprofils, von AK bis fe = A = S(s.dz). Hat das Gewölbe dabei oben keine Spitze, auch keinen beträchtlich großen Schlußſtein,

und wirken keine fremden Kräfte auf daſſelbe, ſo wird, nach §. 8 und §. 14, $W = \mathfrak{S}\lambda' \frac{dx'}{ds'} = \mathfrak{S}\lambda'$, weil $\frac{dx'}{ds'}$ offenbar $= 1$ ſeyn muß: ferner iſt, nach §. 8,

$U = n . \mathfrak{S}s . dz + R = nA + R$; d. h. der verticale Druck auf die Steinfuge fe, iſt gleich dem Gewicht des Bogens feAK, nebſt der bei A darauf ruhenden Laſt R.

Senkrecht auf die Fuge fe drücken nun offenbar die Kräfte $W . \sin\varphi$ und $U . \cos\varphi$; dieſe verurſachen eine Reibung, beim Gleiten auf fe, welche, vereiniget mit dem Zuſammenhange, den wir oben $= m$ ſetzten, den Kräften, die das Gewölbe in der Richtung fe zu verſchieben ſuchen, das Gleichgewicht halten muß. Dieſe Kräfte ſind aber offenbar $- U . \sin\varphi$ und $W . \cos\varphi$; und ihnen widerſteht, nach dem vorigen §., auch noch der Zuſammenhang in AK mit der Kraft $\frac{\frac{1}{2} . l . AK^2}{AD}$, wo AD ſenkrecht gegen die Verlängerung von fe gezogen iſt. Setzt man daher den Reibungs-Coefficient in der Fuge fe $= K$, ſo muß

$$K(W . \sin\varphi + U\cos\varphi) + m + \frac{\frac{1}{2} l . AK^2}{AD} > W . \cos\varphi - U\sin\varphi,$$ oder es muß, wenn man die obigen Werthe von W und U ſubſtituirt,

$$K[(nA + R) . \cos\varphi + \mathfrak{S}\lambda' . \sin\varphi] + m + \frac{\frac{1}{2} l . AK^2}{AD} > \mathfrak{S}\lambda' . \cos\varphi - (nA + R) . \sin\varphi$$ ſeyn.

Durch die Annahme eines beträchtlich großen Schlußſteins würde der Werth von W verwickelter geworden ſeyn, und für $\frac{\frac{1}{2} l . AK^2}{AD}$ hätte $\frac{\frac{1}{2} l . GN^2}{GD'}$ geſetzt werden müſſen.

Der weitere Gang der Rechnung wird im vorigen §. hoffentlich deutlich genug aus einander geſetzt ſeyn.

§. 29.

Fiele D oder D', d. h. fiele der Punct, wo das von A oder G gezogene Loth die Verlängerung der Brechungsfuge trifft, außerhalb e, oder wäre der Winkel $Gef < 90°$, ſo könnte der Gewölbtheil GNef, nicht über ef ausgleiten. Fände ſich daher, bei der obigen Differentiirung zur Beſtimmung des Maximi, ein ſo großer Werth für φ, daß Gef dadurch $< 90°$ würde, ſo müßte man, ſtatt deſſen, den Werth von φ nehmen, der zu $Gef = 90°$ gehörte; denn erſt bei dieſem finge das Brechen, nach No. IX, an, möglich zu werden. Erſt für dieſen Werth dürfte man alſo auch z ſo beſtimmen, daß der, dem Ausgleiten auf fe entgegenwirkende Widerſtand die Kraft aufhöbe, die das Gleiten zu bewirken ſucht. Hat die Oberfläche der Widerlagen gegen den Horizont eine Neigung $VMm = \varphi''$, und findet man bei der Rechnung (§. 27) für φ einen Werth der

$= \varphi''$ oder gar $< \varphi''$; ſo iſt dieß ein Zeichen, daß das Gewölbe auf den Widerlagen ſelbſt auszugleiten ſuchen wird, d. h. daß der Brechungsfall No. IX. in den mit No. VIII. bezeichneten Fall übergeht.

§. 30.

Die Brechungsfälle, in welchen die aus einander geſchobenen Gewölbtheile noch beſonders zerbrechen, ſind nur Modificationen der Fälle VII — IX; dagegen iſt es leicht möglich, beſonders wenn die von außen auf das Gewölbe wirkenden Kräfte ſich ſtark äußern, daß daſſelbe, ohne in der Mitte zu zerbrechen, nach No. X. XI und XII (Taf. XXVI, Fig. 17, 18 und 19) einſtürzen könne. Dieſe Brechungs-Arten bedürfen aber keiner beſonderen Berechnung, welche im Grunde in der Rechnung für die Fälle No. VII, VIII und IX ſchon enthalten iſt. In dieſer Rechnung kommt nämlich auch der vom Schlußſtein beſpannte Winkel als Conſtante vor. Sieht man dieſen Winkel, der hier ψ heißen mag, als veränderlich an, und differentiirt den Ueberſchuß des Widerſtandes über die Kraft auch für ψ; ſo werden ſich aus der Lehre von den Größten und Kleinſten für zwei veränderliche Größen, leicht die zuſammengehörigen Werthe von ψ und von der andern veränderlichen Größe (entweder φ nach §. 27, oder $M\zeta$ nach §. 25) ausmitteln laſſen, für welche jener Ueberſchuß ein Kleinſtes wird. Dadurch ſind denn die Stellen des Gewölbes beſtimmt, wo der Bruch am meiſten zu beſorgen iſt, und es kommt nun nur darauf an, gerade wie in den vorigen Fällen, die Dicke des Gewölbes ſo groß, oder die Laſt ſo klein zu machen, daß auch, an den gefährlichſten Stellen, der Ueberſchuß des Widerſtandes über die Kraft, poſitiv werde, oder daß auch an dieſen Stellen, kein Brechen zu beſorgen ſey.

§. 31.

Die bisher betrachteten Brechungsfälle, wobei ein wirkliches Verſchieben des Gewölbes ſtatt findet, kommen in der Wirklichkeit nur ſelten vor, weil die Reibung bei den Materialien, woraus man Gewölbe bauet, gewöhnlich ſehr groß iſt. Häufig ſtürzen dagegen die Gewölbe dadurch ein, daß einige Theile derſelben ſich auswärts, bisweilen auch andere ſich einwärts drehen, ohne ein Gleiten zu verurſachen. Von der Art ſind die Fälle N. XIII bis XVIII, von welchen in den nächſten §§. näher gehandelt werden ſoll.

§. 32.

Im erſten Fall, (No. XIII) den Taf. XXVI, Fig. 20 ausdrückt, müſſen alle Kräfte auf den Punct, um den ſich die Widerlagen drehen, reducirt, und die Momente mit einander verglichen werden. Es ſey nun (in Fig. 12) α der Drehungspunct, $\alpha\zeta$ die untere und HI die obere Brechungsfuge.

Allen auf HI wirkenden Kräften ſubſtituire man eine horizontale Kraft, die nach QT wirkt, und W heißen mag, ſo wie eine verticale, die nach $Q\varrho$ wirkt, und U heißen mag. Das Moment der Kraft, die das Gewölbſtück $\alpha V \beta H I M \zeta$ um α herauszudrehen ſucht, iſt dann $= W . \alpha t$, inſofern nämlich αt vertical gezogen und der Winkel $\alpha t Q = 90°$ iſt: dagegen iſt das Moment der widerſtehenden Kraft, erſtlich $= U . \alpha \varrho$, wobei $Q\varrho$ vertical, $\alpha\varrho$ horizontal angenommen werden. Dazu kommen die fremden auf den Gewölbbogen BH und die Widerlage von α bis V vertical und horizontal wirkenden Kräfte, deren Moment für die Drehung um α, von α bis V, und von B bis H, durch Integration zu beſtimmen ſeyn würde, und hier $= \mathfrak{M}$ geſetzt wird. Es kommt hierzu noch das Gewicht des Gewölbſtückes BMHI, oder, wenn der Schwerpunct davon in P liegt, und $P s \sigma$ vertical iſt, das Moment $BMHI . \alpha\sigma$; ferner das Gewicht der Widerlage $\alpha V M \zeta$, und, wenn deſſen Schwerpunct in p iſt, das Moment $\alpha V M \zeta . \alpha \sigma'$, inſofern nämlich $P\sigma$, $p\sigma'$ vertical und ſenkrecht auf $\alpha\zeta$ ſind. Dem Drehen um α widerſteht überdieß der Zuſammenhang in $\alpha\zeta$, mit dem Moment $\frac{1}{2} l . \alpha\zeta^2$, wobei der Zuſammenhang für die Einheit des Flächenmaaßes hier, wie im §. 13, $= l$ geſetzt wird: ferner der Zuſammenhang in der Fuge HI, oder wenn der Zuſammenhang für die ganze Fuge hier $\mathfrak{L}$ heißt, das Moment $\mathfrak{L} . \alpha Q$: denn der Zuſammenhang wirkt hier, unabhängig von der Richtung, mit der Kraft $\mathfrak{L}$, das Moment wird alſo durch ſeine wirkliche Entfernung vom Drehungspunct α beſtimmt. Endlich kommt, als widerſtehende Kraft, hier noch die Reibung in HI in Betracht, die vom Tangential-Druck λ oder $\mathfrak{S}\lambda$ herrührt, und die, wenn man den Reibungs-Coefficienten, wie §. 28, $= K$ ſetzt, $= K . \mathfrak{S}\lambda$ wird, aber nach der Richtung HI widerſteht, und alſo, mit dem Moment $\alpha q . \varkappa . \mathfrak{S}\lambda$ wirkt, inſofern nämlich αq ſenkrecht gegen die Verlängerung von HI gezogen iſt. Das Moment der zum Zerbrechen (oder zum Drehen um α) wirkenden Kraft, weniger dem Momente des Widerſtandes, iſt alſo

$$= W . \alpha t - U . \alpha\varrho - \mathfrak{M} - BMHI . \alpha\sigma - \alpha V M \zeta . \alpha\sigma' - \tfrac{1}{2} l . \alpha\zeta^2 - \mathfrak{L} . \alpha Q$$
$$- K . \mathfrak{S}\lambda . \alpha q.$$

Die Rechnung geht nun gerade wie im §. 30. Man ſieht nämlich die Fuge HI ſowohl als $\alpha\zeta$, das heißt, man ſieht den zum Bogen AH gehörigen Winkel, und die Höhe $M\zeta$, als variabel an, differentiirt für beide, beſtimmt nach der Lehre vom Größten und Kleinſten für zwei veränderliche Größen die Fugen oder die Stellen des Gewölbes, an welchen das obige ganze Moment am größten wird, und gibt dann den Widerlagen eine ſolche Dicke, daß das Moment auch an den gefährlichſten Stellen negativ, oder daß der Widerſtand allenthalben größer als die überſtürzende Kraft werde. Zeigt ſich bei dieſer Rechnung, daß für die Brechungsfuge in den Widerlagen kein eigentliches Maximum

ſtatt finde, ſondern daß das Moment des Widerſtandes deſto kleiner werde, je höher $\alpha\zeta$ gegen VM heraufrückt; ſo muß die oberſte Horizontalfuge Mm, als Brechungsfuge, in Rechnung gebracht werden.

§. 33.

Wir gehen nun zu dem Brechungs-Fall No. XV, über, der durch Fig. 22 dargeſtellt wird: bei der Berechnung legen wir wieder Taf. XXVI, Fig. 12 zum Grunde, und nehmen an, daß fe die untere, HI die obere Brechungsfuge andeute. Sind nun W und V die geſammten horizontal und vertical auf HI wirkenden Kräfte, die wir uns in Q, als der Mitte von HI, vereiniget denken, ſo wird das Moment der Kraft, die eIHf um f zu drehen, oder über f herauszuſtürzen ſucht, $= W.fT$, inſofern Qt horizontal und fT vertical gezogen ſind. Dieſer Kraft widerſteht

erſtens U.fR, wobei QR vertical, fR horizontal gedacht wird;

zweitens das Moment der fremden, zwiſchen f und H, von außen auf das Gewölbe wirkenden Kräfte, welches Moment wir wieder M ſetzen;

drittens das Gewicht des Gewölbſtückes feHI, mit dem Moment feHI.fS, wobei P für den Schwerpunct von feIH, und PS ſenkrecht auf der Horizontallinie fS, angenommen wird;

viertens der Zuſammenhang in fe, mit dem Moment $\frac{1}{2}.l.fe^2$;

fünftens der Zuſammenhang in HI, wie im vorigen §., mit L.fq′, wobei fq′ ſenkrecht auf HI gedacht wird: endlich

ſechstens die Reibung in HI, (wie §. 32) mit dem Moment $\varkappa.S\lambda.fq'$.

Das Moment der Kraft, die den Bruch des Gewölbes zu bewirken ſucht, weniger dem Momente des Widerſtandes, wird alſo wieder

$$= W.fT - U.fR - feHI.fS - \tfrac{1}{2}l.fe^2 - B.fQ - K.S\lambda.fq'.$$

Beide Brechungsfugen fe und HI werden nun als veränderlich angeſehen, das Maximum des Ueberſchuſſes ausgemittelt, dadurch die gefährlichſten Stellen des Gewölbes beſtimmt, und dann endlich die vorher als unveränderlich angeſehene Dicke des Gewölbes ſo groß angenommen, daß auch an den gefährlichſten Stellen, der Widerſtand die Brechungskraft überwiegt.

§. 34.

Zeigt ſich, daß für die untere Brechungsfuge, zwiſchen AK und BM kein Maximum ſtatt finde, ſondern nimmt der im vorigen §. beſtimmte Ueberſchuß der Brechungs-Kraft immer mehr zu, je tiefer fe liegt, ſo muß das Auflager auf den Widerlagen oder die Fuge BM, als diejenige angeſehen werden, für welche das Brechen am meiſten zu

beſorgen iſt. Dieß iſt aber der Fall No. XIV, den Fig. 21 darſtellt, und der alſo offenbar in No. XV mit begriffen iſt.

Bei weitem die gewöhnlichſten Brechungsfälle ſind die Fälle No. XVI, XVII und XVIII, bei welchen gar kein Schieben ſtatt findet, ſondern wobei das Gewölbe bloß dadurch einſtürzt, daß die verſchiedenen Theile ſich einwärts oder auswärts drehen.

§. 35.

Für den Brechungsfall No. XVI, den Fig. 23 darſtellt, denken wir uns in der allgemeinen Abbildung Fig. 12, (Taf. XXVI) $\alpha\zeta$ als die untere, HI als die mittlere und AK als die obere Brechungsfuge. Bei Berechnung dieſes Falles werden dann wieder alle Kräfte auf den unteren Drehungspunct α reducirt werden müſſen. Wir wollen nun, wie im §. 32, zuerſt die auf HI wirkenden Kräfte betrachten, und die, nach horizontaler Richtung wirkenden, zuſammen mit W, ſo wie die verticalen zuſammen mit U bezeichnen. Die Kraft W allein iſt es, die das Brechen bewirkt, und da die Drehung bei der oberen Fuge um I erfolgt; ſo muß man ſich auch die Kraft W in I angebracht denken; ihr Moment wird alſo $= W . \alpha t'$, wo $I t \,\#\, Q t$ und horizontal gedacht werden muß. Es iſt nun das Moment des dieſer Brechung entgegenwirkenden Widerſtandes, auszumitteln. Der Widerſtand an ſich beſteht aus dem Druck U, dem Gewicht der Widerlagen $\alpha VM\zeta$, dem Gewicht des Gewölbbogens BMHI, dem Zuſammenhange in $\alpha\zeta$, dem Zuſammenhange in HI, und aus dem Zuſammenhange in AK. Das Moment des Druckes U iſt $= U . \alpha\varrho'$, indem auch U hier, als im Drehungspunct I angebracht, gedacht werden muß. Das Moment des unteren Gewölbſtückes iſt $= BMHI . \alpha\sigma$, und das der Widerlage $= \alpha VM\zeta . \alpha\sigma'$, wo $I\varrho'$, $P\sigma$, $p\sigma'$ Lothe auf die Horizontallinie $\alpha\zeta h$ bedeuten, die aus dem Drehungspuncte I, aus dem Schwerpuncte P, und aus dem Schwerpuncte p herabgelaſſen ſind.

Das Moment des Zuſammenhanges in $\alpha\zeta$, iſt $= \frac{1}{2} . l . \alpha\zeta^2$, das des Zuſammenhanges in $HI = \frac{1}{2} . l . HI^2$, und das des Zuſammenhanges in $AK = \frac{1}{2} . l . \frac{AK^2 . \alpha I}{AI}$; alſo der Ueberſchuß der Brechungskraft über den Widerſtand, wird

$$= W . \alpha t' - U . \alpha\varrho' - \alpha VM\zeta . \alpha\sigma' - BMHI . \alpha\sigma - \tfrac{1}{2} l . \alpha\zeta^2 - \tfrac{1}{2} l . HI^2 - \tfrac{1}{2} l . AK^2 . \frac{\alpha I}{AI} .$$

Mit dieſem Ueberſchuß verfährt man nun gerade wie im §. 33, man differentiirt ihn für die Variabilität der Brechungsfugen $\alpha\zeta$ und HI mittelt die gefährlichſten Stellen des Gewölbes aus, und macht es ſo ſtark, daß es auch an dieſen Stellen nicht brechen kann.

§. 36.

Die Fälle No. XVII und XVIII haben mit No. XIV und XV, wovon §. 33 und 34 einiges angeführt iſt, ſo viele Aehnlichkeit, als No. XVI mit No. XIII. Es wird daher nicht nöthig ſeyn, das bei Berechnung der Fälle No. XVII und XVIII zu beobachtende Verfahren hier noch beſonders zu erörtern; ſondern man wird leicht ſehen, daß der Ausdruck für den Ueberſchuß der brechenden Kraft über den Widerſtand, wenn man die vorige Bezeichnung beibehält, und fe, HI und AK als Brechungsfugen anſieht, folgender wird

$$W.fT' - U.fR' - \mathfrak{M} - feHI.fS - \tfrac{1}{2}l.fe^2 - \tfrac{1}{2}l.HI^2 - \tfrac{1}{2}l.AK^2.\frac{AI}{fI},$$

welcher Ausdruck nun wie der des vorigen Paragraphs behandelt werden muß.

Einer näheren Erläuterung der Brechungsfälle No. XIX bis XXXVI überheben wir uns ganz, da die Fälle, wie ſchon oben angeführt iſt, nur ſelten vorkommen, und da die Art, wie man bei ihrer Berechnung verfahren muß, mit der in dem vorigen §. aus einander geſetzten, ſo viele Aehnlichkeit hat, daß ihre detaillirte Beſchreibung beinahe nur Wiederholung ſeyn würde.

Dritter Abſchnitt.

Anwendung auf Zirkel-Gewölbe.

§. 37.

Wir fangen hier zuvörderſt damit an, die vorhergehenden Formeln auf einen ganz einfachen Fall, auf ein allenthalben gleich dickes, durch Fig. 13, Taf. XXVI abgebildetes Halbzirkel-Gewölbe anzuwenden, das oben am Schlußſtein eine Laſt $= 2 . R$ trägt, und auf welches außerdem keine andere Kraft wirkt, als die Schwere des Gewölbbogens ſelbſt.

Es ſey die ganze Dicke des Gewölbes $AB = HI = CD = \zeta$; jeder willkührliche Theil derſelben $Bb = Hh = Dd = z$, der innere Radius $BE = DE = a$, der äußere alſo $EA = EC = a + \zeta$, die horizontale Abſciſſe für jeden beliebigen Punct $h = EF = x$, die verticale Ordinate $= Fh = y$, die Länge eines jeden Gewölbdrathes, von CG an gerechnet, $= s$, die Dicke deſſelben $= dz$, u. ſ. w. (wie in den vorhergehenden beiden Abſchnitten). Bei dieſen Annahmen, erhält man die erſte allgemeine Bedingungs-Gleichung (nach §. 1.) $L = x^2 + y^2 - (a+z)^2 = 0$; daher $\frac{dL}{dx} = 2 . x$; $\frac{dL}{dy} = 2 . y$; $\frac{dy}{dx} = \frac{-x}{y}$; $ds = (a+z)\frac{dx}{y} = \frac{-(a+z)dy}{x}$; $\frac{dx}{ds} = \frac{y}{a+z}$; und $\frac{dy}{ds} = \frac{-x}{a+z}$. Man hat alſo, wenn man für $\frac{dL}{dx}$, $\frac{dL}{dy}$ ihre Werthe ſubſtituirt, nach §. 4, die beiden Fundamental-Gleichungen

$$\text{I)} \quad -n . dz . ds - d\left(\frac{\lambda dy}{ds}\right) + 2\mu y = 0 \text{ und}$$

$$\text{II)} \quad -d\left(\frac{\lambda . dx}{ds}\right) + 2\mu x = 0;$$ oder wenn man auch für $\frac{dy}{ds}$ und $\frac{dx}{ds}$ ihre oben gefundenen Werthe ſetzt, und wirklich differentiirt

$$-n.dz.ds+\frac{\lambda.dx}{a+z}+\frac{x.d\lambda}{a+z}+2\mu y=o;$$

$$-\frac{\lambda.dy}{a+z}-\frac{y.d\lambda}{a+z}+2\mu x=o.$$

Eliminirt man μ, indem man die erſte Gleichung mit x, die zweite mit $-y$ multiplicirt, und beide addirt; ſo hat man

$$\lambda.\frac{xdx+ydy}{a+z}+\frac{x^2+y^2}{a+z}.d\lambda-n.x.dzds=o,$$ und da

$$xdx+ydy=o;\ (x^2+y^2)=a+z^2;$$ ſo wird

$$(a+z)d\lambda=n.x.dz.ds=-(a+z)n.dz.dy;$$

$$\lambda=-n.dz.y+\text{Const.}$$

Drückt nun auf die Mitte des Gewölbes, in C, eine Laſt 2.R; ſo muß offenbar jeder Theil dz des Auflagers AB $=\zeta$, einen Druck nach verticaler Richtung leiden, der

$$=\frac{dz}{\zeta}(\text{R} + \text{Gewicht des halben Gewölbes})$$

$$=R.\frac{dz}{\zeta}+n(a+z).dz.\frac{\pi}{2}$$ ſeyn wird, wenn π die bekannte Zahl 3,14159.... ausdrückt. Dieſer verticale Druck muß aber $-\frac{\lambda''.dy''}{ds''}=\lambda''$ werden: daher iſt, für das untere Ende des Gewölbes, wo $y=o$, der Werth von $\lambda=\lambda''=$ Const.

$$=\frac{R.dz}{\zeta}+(a+z).n.\frac{\pi}{2}.dz;$$ folglich

$$\lambda=\frac{R.dz}{\zeta}+n\left((a+z)\frac{\pi}{2}-y\right)dz.$$ Und wenn λ' den Werth von λ, ſo wie $\frac{dx'}{ds'}$ den Werth von $\frac{dx}{ds}$ für den Anfang des Gewölbbogens, oder für die Stelle CG bezeichnet, ſo wird

$$\frac{\lambda'.dx'}{ds'}=\lambda'=\frac{R.dz}{\zeta}+n(a+z)\left(\frac{\pi}{2}-1\right).dz;$$ dieß iſt daher der Seitendruck, den ein Gewölbdrath, für ſich betrachtet, nach horizontaler Richtung, oben gegen den anderen Gewölbdrath, unten gegen die Widerlage ausübt. Nimmt man davon das Integral S für z, ſo findet man den ganzen Seitendruck

$$=R+n.\left(a\zeta+\frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2}-1\right)$$

§. 38.

Eben dieſen Ausdruck für den Seitendruck, findet man auch, nach den bekannten Elementarſätzen der Statik, wenn man annimmt, das Gewölbe beſtehe bloß aus zwei ganz feſten Quadranten, die wie ein Paar krumme Dachſparren auf den Widerlagen ſtänden, und ſich oben im Schlußſtein gegen einander ſtämmten: welche Annahme auch offenbar auf das hier gefundene Reſultat führen muß, weil wir vorausſetzten, das Gewölbe habe Feſtigkeit genug, um vor dem Einſturz ſicher zu ſeyn.

Für jedes Gewölbtheilchen bei h, iſt nämlich das Moment der Drehung um b, oder das Moment, womit das Gewölbtheilchen h das Gewölbe bhd um b zu drehen ſucht, offenbar

$$= n.dz.ds \times bF$$

$$= \frac{n.dz.(a+z)(a+z-x)dx,}{\sqrt{(a+z)^2-x^2)}} \text{ weil } y = \sqrt{(a+z)^2-x^2)};\ ds$$

$$= \frac{(a+z)\,dx}{y}$$, und $bF = a+z-x$. Das ganze Moment für den Bogen c h iſt

alſo $= n.dz.(a+z) \int \frac{(a+z-x)\,dx}{\sqrt{(a+z)^2-x^2)}}$

$$= n.dz.(a+z)^2.\left[-\text{Arc. cos.}\left(\frac{x}{a+z}\right) + \frac{\sqrt{(a+z)^2-x^2)}}{a+z} + \text{Const.}\right].$$

Für $x = o$ iſt aber das Moment $= o$, alſo Const. $= \left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$, und daher das Moment für den ganzen Bogen von d bis b $= \frac{ndz}{} (a+z)^2 \left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$.

Das Moment der auf d lothrecht wirkenden Kraft $R\frac{dz}{\zeta}$ iſt aber $= \frac{R.dz}{\zeta}.\,bE$ $= R\frac{dz}{\zeta}(a+z)$. Eine horizontal gegen d wirkende Kraft $\mathfrak{P}$, die das halbe Gewölbe bd mit der Laſt R vor dem Fallen ſchützt, muß eben dieß Moment für die Drehung um b äußern; und da der Hebelsarm, an welchem $\mathfrak{P}$ wirkt, $= dE = a+z$, oder das Moment der Kraft $\mathfrak{P} = \mathfrak{P}.(a+z)$ iſt, ſo wird

$$\mathfrak{P} = \frac{R.dz}{\zeta} + n(a+z)dz\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$$ und der Totaldruck (wie §. 37)

$$\mathfrak{S}.\mathfrak{P} = R + n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right)\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$$ ſeyn müſſen. Dieß iſt alſo der ganze Druck, den jede Gewölbhälfte oben gegen den Schlußſtein oder gegen die andere Gewölbhälfte ausübt, welcher Druck nach der im §. 10 angeführten Formel des H. Prony $= o$ ſeyn ſollte.

§. 39.

Nach §. 37 iſt $\mu . \frac{dL}{dx} = 2 . \mu . x = d . \frac{\lambda dx}{ds}$, daher $\int 2 \mu x = \frac{\lambda . dx}{ds} + \text{Const.}$

$$= \left(R . \frac{dz}{\zeta} + n . (a+z) . \frac{\pi}{2} . dz - n . dz . y \right) \frac{y}{(a+z)} + \text{Const.}$$

$$= \left(\frac{R . dz}{\zeta (a+z)} + n . dz . \frac{\pi}{2} \right) \left(y - (a+z) \right) - n . dz \left(\frac{y^2 - (a+z)^2}{(a+z)} \right);$$

denn für $x = o$, oder $y = a + z$ muß $\int 2 \mu x = o$ ſeyn. Bezieht ſich nun dieß Integral auf einen Bogen $(a+z)\,\eta$ d. h. auf einen Bogen de, der einem Winkel $dEe = \eta$ zugehört, ſo wird am Ende dieſes Bogens $y = (a+z) . \cos \eta$, und $S . \int 2 \mu x$

$$= S \left[\left(R \frac{dz}{\zeta} + n (a+z) \frac{\pi}{2} dz \right) (\cos \eta - 1) + n\, dz\, (a+z) \sin \eta^2 \right]$$

$$= \left(R + \frac{n \pi}{2} . \left(a \zeta + \frac{\zeta^2}{2} \right) \right) . (\cos \eta - 1) + n . \left(a \zeta + \frac{\zeta^2}{2} \right) . \sin \eta^2 .$$

Iſt daher 2η der Winkel, den der Schlußſtein des Gewölbes beſpannt, ſo wird, nach §. 14, der ganze horizontale Seitendruck des Gewölbes

$$= R + n \left(a \zeta + \frac{\zeta^2}{2} \right) . \left(\frac{\pi}{2} - 1 \right) + \left(R + n \frac{\pi}{2} \left(a \zeta + \frac{\zeta^2}{2} \right) \right) (\cos \eta - 1)$$

$$+ n \left(a \zeta + \frac{\zeta^2}{2} \right) \sin \eta^2 - \frac{\frac{1}{2} . l . \zeta^2}{(a + \zeta) \cos \eta}$$

$$= R . \cos \eta + n . \left(a \zeta + \frac{\zeta^2}{2} \right) . \frac{\pi}{2} . \cos \eta - n . \left(a \zeta + \frac{\zeta^2}{2} \right) \cos \eta^2 - \frac{1}{2} \frac{l . \zeta^2}{(a + \zeta) \cos \eta} .$$

Beſtände das ganze Gewölbe aus einem einzigen unzerbrechlichen Steine, ſo wäre $\eta = 90^\circ$, $\cos \eta = o$, und der ganze vorige Ausdruck ginge in

$\frac{-\frac{1}{2} l . \zeta^2}{(a + \zeta) . o} = -\infty$ über, woraus aber, nach §. 14, bloß geſchloſſen werden kann, daß der Seitendruck $= o$ ſey, wie dieß auch für ſich klar iſt.

§. 40.

Wäre das in Rede ſtehende Halbzirkel-Gewölbe, bis auf eine Höhe $Cw = b - \zeta$ über dem Schlußſtein mit loſem, oben horizontal ausgebreiteten Sand beſchüttet, deſſen ſpecifiſches Gewicht $= m$; ſo würde auf jedes äußere oder bei I befindliche Gewölbtheilchen ds, eine Sandmaſſe von der Höhe $IV = a + b - \left(\frac{a + \zeta}{a + z} \right) . Fh$, und von der

Breite $VV' = \frac{Fh}{Eh} . ds = \frac{y}{a+z} . ds = \left(\frac{a+\zeta}{a+z}\right) . dx$ drücken, deren Gewicht alſo

$= p = m . V . V' . IV = m \left(\frac{a+\zeta}{a+z}\right) dx . \left(b + a - \frac{a+\zeta}{a+z} . y\right).$

Dieſe ganze Sandmaſſe wird nun durch irgend eine Urſache vor dem Herabrollen vom Gewölbe geſchützt: gewöhnlich iſt dieß die zunächſt liegende Sandſchicht, die den Seitendruck immer weiter bis an eine Stirnmauer, oder an einen anderen feſten Gegenſtand fortpflanzt. Der Sand äußert alſo

erſtens einen horizontalen Druck nach wv gegen jenen feſten Gegenſtand, der ihn vor dem Fallen ſchützt, und einen eben ſo ſtarken Druck gleichfalls nach horizontaler, aber entgegengeſetzter Richtung, gegen das Gewölbe ſelbſt;

zweitens einen verticalen Druck, der bloß vom Gewicht des Sandes herrührt, und $= p$ iſt, da hingegen der horizontale Druck, von der Beſchaffenheit des Sandes abhängt. Wäre der Sand vollkommen flüſſig, ſo würde der Horizontal-Druck auf jedes Gewölbtheilchen $= \frac{-dy}{dx} . p$ ſeyn, wir wollen ihn daher allgemein $= \frac{-r . dy}{dx} . p$ ſetzen, wo r immer < 1 iſt, und den Grad der Flüſſigkeit, oder (mittelbar) den natürlichen Beſchungswinkel des Sandes angibt. Auf jedes Gewölbtheilchen $ds . dz$ wird aber offenbar nicht der ganze Druck p, ſondern nach §. 11 nur ein verhältnißmäßiger Theil, nämlich $p . \frac{dz}{\zeta}$ und $\frac{-r . dy}{dx} . p . \frac{dz}{\zeta}$ ausgeübt, man hat alſo, nach §. 4 die beiden Grundgleichungen

$$\text{I)} \quad -d\left(\frac{\lambda dy}{ds}\right) + 2\mu y = n . dz . ds + p \frac{dz}{\zeta}$$

$$\text{II)} \quad d\left(\frac{\lambda dx}{ds}\right) = 2\mu x - \frac{r . dy}{dx} . p . \frac{dz}{\zeta} .$$

Eliminirt man μ, ſo findet ſich $-x . d \frac{\lambda dy}{ds} + y d \frac{\lambda dx}{ds}$

$$= n . x . dz . ds + p . x \frac{dz}{\zeta} - r . p . \frac{dy}{dx} . y \frac{dz}{\zeta}$$

$$= n . x . dz . ds + m \left(\frac{a+\zeta}{a+z}\right) (x dx - r y dy) \frac{dz}{\zeta} \left(b + a - y . \frac{a+\zeta}{a+z}\right).$$

Wenn man nun für $\frac{dy}{ds}$ und $\frac{dx}{ds}$ ihre Werthe aus §. 37 ſetzt, $\lambda \frac{dy}{ds}$ und $\lambda \frac{dx}{ds}$ wirklich

differentiirt, und endlich auch darauf Rückſicht nimmt, daß $x dx + y dy = 0$; $x^2 + y^2 = (a+z)^2$, ſo erhält man

$$\frac{-x.d-\lambda.x}{a+z} + \frac{y.d\lambda y}{a+z} = \frac{(x^2+y^2)}{a+z}.d\lambda = (a+z)\,d\lambda$$

$$= -n.(a+z).dz.dy - m.(1+r)\left(\frac{a+\zeta}{a+z}\right)\frac{dz}{\zeta}.y dy\left(b+a-y.\frac{a+\zeta}{a+z}\right);$$

Daher,

$$\lambda = -n.dz.y - \frac{(b+a).(1+r)}{2}.\frac{m.y^2}{(a+z)}.\frac{(a+\zeta)}{(a+z)}.\frac{dz}{\zeta} + \frac{m.1+r}{3}.\frac{(a+\zeta)^2}{(a+z)^3}y^3\frac{dz}{\zeta}$$
$$+ \text{Const.}$$

Für $y = 0$ muß $\frac{-\lambda''.dy''}{ds''} = \lambda''$. Dem Gewicht des Gewölbes, nebſt der darauf drückenden Laſt gleich ſeyn: vertheilt man alſo, nach §. 37 den ganzen Druck auf alle Theilchen dz, ſo wird Const.

$$= R.\frac{dz}{\zeta}. + n(a+z).\frac{\pi}{2}.dz + m.\frac{dz}{\zeta}.\left((a+\zeta)^2.\left(1-\frac{\pi}{4}\right) + (a+\zeta)(b-\zeta)\right);$$ wo

$(a+\zeta)^2 - (a+\zeta)^2\frac{\pi}{4} + (a+\zeta)(b-\zeta)$, die ganze auf dem Gewölbe liegende Sandmaſſe ausdrückt. Subſtituirt man dieſen Werth, und macht $y = a+z$, ſo wird

$$\frac{\lambda'.dx'}{ds'} = \lambda'$$

$$= -n.dz.(a+z) - \frac{m}{2}(1+r)(b+a)(a+\zeta)\frac{dz}{\zeta} + \frac{m}{3}(1+r)(a+\zeta)^2\frac{dz}{\zeta} + R\frac{dz}{\zeta}$$
$$+ n(a+z)\frac{\pi}{2}dz + m\frac{dz}{\zeta}\left((a+\zeta)^2\left(1-\frac{\pi}{4}\right) + (a+\zeta)(b-\zeta)\right);$$

$$S\lambda' = -n\left(az+\frac{z^2}{2}\right) - \frac{m}{2}(1+r)(b+a(a+\zeta)\frac{z}{\zeta} + \frac{m}{3}(1+r)(a+\zeta)^2.\frac{z}{\zeta} + R\frac{z}{\zeta}$$
$$+ n.\left(az+\frac{z^2}{2}\right)\frac{\pi}{2} + m\frac{z}{\zeta}\left((a+\zeta)^2\left(1-\frac{\pi}{4}\right) + (a+\zeta)(b-\zeta)\right) + \text{Const.}$$

Wo Conſt. $= 0$, weil für $z = 0$, auch $S\lambda' = 0$ ſeyn muß.

§. 41.

Der Seitendruck der Füllerde, gegen das ganze Gewölbe, den wir q nennen wollen, iſt von der Beſchaffenheit dieſer Erde abhängig, und vermindert die Wirkung des Druckes am Schlußſtein (λ') auf die Widerlagen; ſo daß der Seitendruck gegen die Widerlagen nur $= S.\lambda' - q$ ſeyn kann. Integrirt man daher den vorigen Ausdruck

von λ' für die Dicke des Gewölbes, und bringt noch die Cohäſion am Schlußſtein in Rechnung, jedoch ohne einen beträchtlich großen Schlußſtein anzunehmen, ſo wird der ganze gegen die Widerlagen ausgeübte Seitendruck, bei einem mit Sand beſchütteten Halbzirkel-Gewölbe, nachdem man ζ ſtatt z geſetzt hat $= \mathfrak{S}\lambda' - q - \frac{\frac{1}{2} l . \zeta^2}{CE}$

$$= R - q + n \left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right)\left(\frac{\pi}{2} - 1\right) + m \Big((a+\zeta)^2 . \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) + (a+\zeta)(b-\zeta)$$

$$+ \frac{1+r}{3} . (a+\zeta)^2 - \frac{1+r}{2} . (b+a)(a+\zeta) \Big) . \frac{-\frac{1}{2} . l . \zeta^2}{CE} .$$

Ein Ausdruck, der für $m = o$, d. h. bei der Vorausſetzung, daß das Gewölbe mit keiner ſchweren Erde überfüllt iſt, offenbar in den §. 37 gefundenen übergeht, weil, für $m = o$, auch $q = o$ werden muß.

§. 42.

Es ergibt ſich aus der Hauptformel des vorigen §. ſehr leicht, daß, wenn R und $n = o$ werden, der Seitendruck auf die Widerlagen, und in gewiſſen Fällen ſogar der Druck oben gegen den Schlußſtein, negativ werden könne; d. h. daß, wenn das Gewölbe keine große Laſt, außer der Füllerde trüge, und ſelbſt nicht ſehr ſchwer wäre, der Seitendruck der Füllerde die beiden Quadranten (Gewölbhälften) unten zuſammendrücken, oder die Brechungsfälle No. XIX bis XXIV hervorbringen könnte. Beſonders iſt dieß zu beſorgen, wenn b und r ſehr groß ſind, das heißt, wenn die Füllerde ſehr loſe und ſehr hoch aufgeſchüttet iſt.

Ueberfüllte Gewölbe der Art kommen in der Ausübung, bei Kellern, Brückenbogen u. ſ. w. ſehr häufig vor: man ſieht daher, wie nöthig es iſt, die unteren Theile des Bogens ſolcher Gewölbe, bis auf eine gewiſſe Höhe zu hintermauern.

Wir kommen nun zur Anwendung des vorhergehenden zweiten Abſchnitts auf Zirkel-Gewölbe.

§. 43.

Bei Unterſuchung der erforderlichen Stärke unüberfüllter Halbzirkel-Gewölbe, wollen wir, zur Abkürzung der Rechnung durchgehends annehmen, daß das Gewölbe keinen beträchtlich großen Schlußſtein habe, und uns, um wenigſtens ein Paar Beiſpiele zu geben, auf die Berechnung der Brechungsfälle No. IX und VIII, nebſt XVIII und XVII einſchränken; weil dieſe, in der Ausübung, am häufigſten vorkommen.

Für den Brechungsfall No. IX, der durch Fig. 16 (Taf. XXVI) dargeſtellt iſt, wird (wenn bloß auf der Mitte des Gewölbes eine Laſt $= 2 . R$ ruhet) nach §. 28, und nach §. 37.

$$W = \mathfrak{S}\lambda' = R + n.\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$$

$$U = n.A + R = R + n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right).$$

Den §§. 27 und 28 zufolge, muß im Brechungspuncte (Fig. 12) die Kraft $= W.\cos\varphi - U.\sin\varphi - k(U.\cos\varphi + W.\sin\varphi) - m - \frac{1}{2}.l.\frac{AK^2}{AD}$ ein Maximum ſeyn. Nun iſt aber $AK = \zeta$, $AD = (a + \zeta)\cos\varphi$, alſo das letzte Glied des vorigen Ausdrucks $= \frac{\frac{1}{2}.l.\zeta^2}{(a+z)\cos\varphi}$. Dieſer Ausdruck ſoll jetzt für φ differentiirt werden; und da $\frac{dW}{d\varphi} = 0$; $\frac{dU}{d\varphi} = -n\left(a\zeta + \frac{\zeta}{2}\right)$; ſo erhält man folgende Grund-Gleichung zur Beſtimmung von φ, oder zur Beſtimmung der Brechungsfuge fe,

$$0 = -\frac{du}{d\varphi}(\sin\varphi + k.\cos\varphi) - W(\sin\varphi + k.\cos\varphi) - U(\cos\varphi - k.\sin\varphi) - \frac{\frac{1}{2}.l.\zeta^2\sin\varphi}{(a+\zeta).\cos\varphi^2}$$

$$= \left(+n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right) - R - n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right)\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)\right)(\sin\varphi + k.\cos\varphi) + \left(R + n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right)\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)\right)(k\sin\varphi - \cos\varphi) - \frac{\frac{1}{2}l\zeta^2\sin\varphi}{(a+\zeta)\cos\varphi^2} = 0.$$

Dieſe Gleichung beſtimmt zwar φ; um aber ſeinen Werth in Zahlen auszumitteln, muß man ſich durchaus einer Näherungsmethode bedienen, weil $\cos\varphi$ und $\sin\varphi$, in φ nur durch unendliche Reihen ausgedrückt werden können.

Hat man φ gefunden, und in dem vorſtehenden Ausdruck für die Brechungskraft ſubſtituirt, ſo muß man ζ oder R ſo beſtimmen, daß die Kraft, auch wo ſie am größten iſt, noch kleiner als Null werde.

§. 44.

Die Brechungs-Arten No. XVII und XVIII ſind bei allen Gewölben zu beſorgen, deren Widerlagen gar nicht ausweichen können: dahin gehören alſo beſonders die Brückenbogen, die ſich auf den Mittelpfeilern der Brücke gegen einander ſtämmen. Bei Unterſuchung dieſer Fälle, die wir in Taf. XXVI, Fig. 12 abgebildet denken, dabei fe, HI, AK als Brechungsfugen anſehen, und die obige Bezeichnung beibehalten, ſo daß die Neigung der Fuge fe gegen den Horizont $= \varphi$, die der Fuge HI aber $= \psi$ iſt: bei dieſer Unterſuchung, ſage ich, kommt es, nach §. 36, zuerſt darauf an, den Schwerpunct P des Gewölbſtückes HIef auszumitteln. Nach bekannten ſtatiſchen Lehrſätzen iſt aber

die Entfernung des Punctes f, von dem aus dem Schwerpunct P herabgelaſſenen Lothe PS, nämlich die Linie fS

$$= (a + \zeta) \cos\varphi - \frac{\left(a\zeta^2 + a^2\zeta + \frac{\zeta^3}{3}\right) . (\sin\psi - \sin\varphi)}{\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right) . (\psi - \varphi)}.$$

Nimmt man alſo auf keinen beträchtlich großen Schlußſtein Rückſicht, und verſteht unter M das ganze Moment für die Drehung um f; ſo wird (§. 36)

$$M = W.fT' - U.fR' - \mathfrak{M} - fe\,HI.fS - \frac{\frac{1}{2}.l.\zeta^2.AI}{fI} - \frac{2}{2}.l.\zeta^2.$$

Es iſt aber (§. 37) $W = \mathfrak{S}\lambda'$

$$= R + n.\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2} - 1\right);\ fT' = a.\sin\psi - (a + \zeta)\sin\varphi;$$

$$U = R + n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2} - \psi\right);$$

$$fR' = (a + \zeta)\cos\varphi - a.\cos\psi;\ \mathfrak{M} = 0;$$

$$fe\,HI = n.\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).(\psi - \varphi);$$

$$AI = \sqrt{(a + \zeta - a\sin\psi)^2 + a^2.\cos\psi^2};$$

$$fI = \sqrt{((a + \zeta).\cos\varphi - a.\cos\psi)^2 + (a\sin\psi - (a + \zeta)\sin\varphi)^2}.$$

ſubſtituirt man dieſe Werthe in dem obigen Ausdruck für das Moment, ſo wird

$$M = \left(R + n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)\right)\left(a\sin\psi - (a + \zeta)\sin\varphi\right)$$

$$- \left(R + n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2} - \psi\right)\right)\left((a + \zeta)\cos\varphi - a\cos\psi\right)$$

$$- \left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).n.(\psi - \varphi).\left((a + \zeta)\cos\varphi - \frac{\left(a\zeta + a^2\zeta + \frac{\zeta^3}{3}\right).(\sin\psi - \sin\varphi)}{\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right)(\psi - \varphi)}\right)$$

$$- \tfrac{1}{2}.l.\zeta^2\left(2 + \sqrt{\frac{(a + \zeta - a\sin\psi)^2 + a^2.\cos\psi^2}{((a + \zeta)\cos\varphi - a.\cos\psi)^2 + (a\sin\psi - (a + \zeta)\sin\varphi)^2}}\right).$$

Mit Hülfe dieſes Werthes von M, muß man nun φ und ψ durch die Gleichungen $\frac{dM}{d\varphi} = 0$ und $\frac{dM}{d\psi} = 0$, beſtimmen. Subſtituirt man die, auf dieſem Wege gefundenen Werthe von φ und ψ in den zweiten Differentialen von M, und findet dann, daß

$\left(\frac{d^2 M.}{d\varphi^2}\right) \cdot \left(\frac{d^2 M}{d\psi^2}\right) - \left(\frac{d^2 M}{d\psi . d\varphi}\right)^2 > o$; ſo gibt es für M ein eigentliches Maximum; iſt der vorige Ausdruck aber $= o$ oder $< o$, ſo dient dieß zum Beweiſe, daß M beſtändig wachſe, und daß alſo die untere Brechungsfuge fe, an das Ende des Bogens HB oder nach BM kommen müſſe, wo $\varphi = o$; und wobei ψ ſich dann durch $\frac{dM}{d\psi} = o$ leicht beſtimmen läßt.

Sind ψ und φ gefunden, ſo muß man ihre Werthe in M ſubſtituiren, und dann $M < o$ machen, indem man ζ vermehrt, oder R vermindert: man ſieht aber leicht, daß dieß alles äußerſt weitläuftige Rechnungen erfordert.

§. 45.

Wenn man in den Fundamental-Gleichungen (§. 37) auf die Dicke des Gewölbes nicht Rückſicht nimmt, ſo findet man leicht $\lambda = n\left(a . \frac{\pi}{2} - y\right)$; und

$$\mu = \frac{d . \frac{\lambda dx}{ds}}{2x} = \frac{d . \frac{ny}{a} . \left(a\frac{\pi}{2} - y\right)}{2x} = \frac{n . \frac{\pi}{2} - \frac{2ny}{a}}{2x} . dy .$$

Es iſt alſo $\mu \sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2}$, oder die Kraft, mit welcher jedes Gewölbtheilchen ds nach der Richtung der Normale (oder auch nach der Richtung der Steinfugen) aus dem Gewölbbogen herauszugleiten ſucht,

$$= \mu . \sqrt{\left(\frac{dL}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dL}{dy}\right)^2} = 2 . a . \mu = \frac{a\left(\frac{n\pi}{2} - 2\frac{ny}{a}\right) . dy}{x}$$

$$= -\left(n\frac{\pi}{2} - 2n\frac{y}{a}\right) ds = n\left(\frac{y}{a} - \frac{\pi}{4}\right) 2 ds .$$

Für $y = a$, das heißt oben am Schlußſtein des Gewölbes bei C (Taf. XXVI, Fig. 51) iſt dieſe Kraft poſitiv, aber von den Puncten F und H an, wo $\frac{y}{a} = \frac{\pi}{4} = \sin (51° 45' 24'' . . . .)$ bis an das untere Ende des Gewölbes hin, iſt ſie beſtändig negativ.

Man ſieht hieraus, wie es zugehe, daß beim Einſturz der Halbzirkel-Gewölbe, der mittlere oder obere Theil FCH gewöhnlich einwärts herunterfalle, indem die unteren Theile AF, BH nach den Seiten, auswärts, herausgedrängt werden: zugleich erhellet hieraus aber auch, daß die Stelle der Brechungsfuge zwar keinesweges allgemein beſtimmbar ſey, ſondern daß ſie von der Dicke des Gewölbes, von der darauf wirkenden

Laſt, u. ſ. w. abhänge: daß ſie aber bei Halbzirkel-Gewölben ſelten weit von der Mitte des Quadranten entfernt ſeyn, d. h. daß ψ ſelten viel von 45 Graden abweichen könne. So laſſen ſich alſo auch die Silberſchlagſchen und Belidorſchen Gewölbtheorien, die ſich bloß auf verſchiedene aus Erfahrungen abſtrahirte Hypotheſen gründen, theoretiſch wirklich einigermaßen rechtfertigen.

§. 46.

Statt der Halbzirkel-Gewölbe können, nach den Formeln des zweiten und des gegenwärtigen Abſchnittes eben ſo leicht auch die nach kleineren Zirkelbogen geformten Gewölbe berechnet werden, inſofern ſie nur allenthalben gleiche Dicke haben: denn auch für dieſe gilt die Gleichung

$L = x^2 + y^2 - a^2 = 0$, und folglich gelten auch die Fundamental-Gleichungen des §. 37,

$$-n.dz.ds - d\left(\frac{\lambda dy}{ds}\right) + 2\mu y = 0;$$

$$-d\left(\frac{\lambda dx}{ds}\right) + 2\mu x = 0.$$

Eben ſo gilt auch noch der unmittelbar aus dieſen Gleichungen abgeleitete Ausdruck $\lambda = -n.dz.y + \text{Const.}$

Man denke ſich nun aber ein flaches Gewölbe BMAK (Fig. 12); deſſen Steinfugen alle die Richtungen der Radien haben, und wovon BM, oder die letzte Fuge, mit dem Horizont, einen gegebenen Winkel $BMm = \varphi''$ bildet. Wir nennen die oben auf den Schlußſtein des Gewölbes drückende Laſt wieder $2.R$, und die ganze Dicke des Gewölbes $= \zeta$. Da hier $\frac{\pi}{2} - \varphi''$ offenbar den halben Gewölbbogen ausdrückt, ſo wird der verticale Druck, den jeder Gewölbdrath auf die Widerlagen ausübt,

$$= R.\frac{dz}{\zeta} + n(a+z).\left(\frac{\pi}{2} - \varphi''\right).dz, \text{ und dieſer muß } \frac{-\lambda''.dy''}{ds''} = +\lambda''.\cos\varphi''$$

ſeyn.

Für den Anfang des Gewölbes in BM, iſt aber $y = (a+z)\sin\varphi''$, alſo nach dem vorigen $\lambda'' = -n\,dz\,(a+z)\sin\varphi'' + \text{Const.}$

$$= \frac{R\frac{dz}{\zeta} + n(a+z)\left(\frac{\pi}{2} - \varphi''\right)dz}{\cos\varphi''}.$$ Daraus ergibt ſich

$$\text{Const.} = R\frac{dz}{\zeta.\cos\varphi''} + \frac{n.(a+z).\left(\frac{\pi}{2} - \varphi''\right).dz}{\cos\varphi''} + n\,dz\,(a+z)\sin\varphi''.$$

An jeder beliebigen Stelle Q, für welche der Winkel der Horizontallinie mit der durch Q gezogenen Normallinie HI, oder der auf den Radius = 1 bezogene Bogen $\frac{\pi}{2}$ — QW = φ iſt, wird alſo der Tangentialdruck λ =

$$-n\,dz(a+z)(\sin\varphi - \sin\varphi'') + R.\frac{dz}{\zeta.\cos\varphi''} + \frac{n(a+z).\left(\frac{\pi}{2} - \varphi''\right).dz}{\cos\varphi''}.$$

Daraus folgt der Druck am Schlußſtein, oder am Anfange des Bogens, wo φ = 90° = $\frac{\pi}{2}$; sin φ = 1 und $\frac{dx'}{ds'}$ = 1 ſind, λ' = λ' . $\frac{dx'}{ds'}$ =

$$n\,dz\,(a+z)\,(\sin\varphi'' - 1) + \frac{R.dz}{\zeta.\cos\varphi''} + \frac{n\,(a+z)\,\left(\frac{\pi}{2} - \varphi''\right).dz}{\cos\varphi''}.$$

Integrirt man dieſen Ausdruck für z, oder für die Dicke des Gewölbes, ſo wird der ganze Seitendruck, oder eigentlich der Druck gegen den Schlußſtein =

$$S\lambda' = -n\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).(1 - \sin\varphi'') + \frac{R}{\cos\varphi''} + \frac{n.\left(a\zeta + \frac{\zeta^2}{2}\right).\left(\frac{\pi}{2} - \varphi''\right)}{\cos\varphi''};$$

ein Ausdruck, der für φ'' = 0, offenbar in den am Ende des §. 37 gefundenen übergeht; und der ſich auch, aus der Betrachtung des Gewölbes als Keil, hätte ableiten laſſen.

§. 47.

Mit Hülfe des ſo eben gefundenen Ausdruckes, kann man nun ſchon die erforderliche Stärke der Widerlagen, für ein nach flachen Zirkelbogen geformtes Gewölbe ausmitteln, oder den Brechungsfall No. VII unterſuchen. Die bei den Kellern üblichen ſogenannten Kappen-Gewölbe mögen hier als Beiſpiel dienen: es fehlt indeſſen bis jetzt noch zu ſehr an Verſuchen über die Feſtigkeit des Mauerwerks und über die Cohäſion des Mörtels, als daß wir für das obige l mit einiger Wahrſcheinlichkeit einen beſtimmten Werth annehmen könnten. Bei neuem Gemäuer iſt aber der Zuſammenhang, den der Mörtel hervorbringt, bekanntlich nur äußerſt unbedeutend, ſo daß wir ihn, wenn die Stärke eines Gewölbes ausgemittelt werden ſoll, = 0 ſetzen können, weil es immer beſſer iſt, das Gewölbe zu ſtark als zu ſchwach anzunehmen. Wir wollen nun, bei dieſer Vorausſetzung, unterſuchen, welche Laſt auf die Widerlagen eines gemeinen Kappen-Gewölbes drücken müſſe, um den Einſturz deſſelben nach No. VII, alſo bloß durch die auf den Widerlagen verurſachte Reibung, zu verhüten.

Wir denken uns zu dem Ende ein Kappengewölbe von zehn Fuß Spannung, einen Fuß im Lichten hoch, und einen halben Fuß dick; und nehmen die Dicke ſeiner Widerla-

gen = $2\frac{1}{2}$ Fuß an. Das ſpecifiſche Gewicht des Mauerwerks kann dabei = 1 geſetzt werden, weil das Gewölbe und die Widerlagen aus derſelben Maſſe beſtehen: die vom Gewölbe getragene fremde Laſt 2 R wollen wir hier aber außer Acht laſſen, oder = 0 ſetzen.

Der im vorigen §. mit $\frac{\pi}{2} - \varphi''$ bezeichnete oder der zum halben Gewölbbogen gehörige Winkel iſt nun = 2 . Ang. tang. $\frac{1}{5}$ = 2 (11°19′..) = 22°38′..., alſo φ'' = 90° — 22°38′... = 67°22′...., cos φ'' = 0, 3851008, der Radius des innern Gewölbbogens $a = \frac{5 \text{ Fuß}}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)} = \frac{5}{0{,}3851\ldots} = 12{,}9$ Fuß; und der obige Seitendruck

$$= S \,.\, \lambda' = -1\left(12{,}9 \cdot \tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{8}\right) + \left(12{,}9 \cdot \tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{8}\right) \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \text{Arc. } 67^\circ 22' \ldots\right)}{0{,}3851\ldots}$$

$$= -6{,}575 + 6{,}575 \cdot \frac{1{,}1659\ldots}{0{,}3851\ldots} = 6{,}575\,(3{,}056\ldots - 1) = 13{,}520256 \text{ Cub. Fuß.}$$

Nimmt man nun auf die Größe des Schlußſteins keine Rückſicht, und ſetzt auch den Zuſammenhang am Schlußſtein, wie oben, = 0, ſo kann das Verſchieben offenbar nur dicht unter dem Gewölbbogen oder in der Fuge M m erfolgen, weil bei jeder tiefer gelegenen Fuge, der Seitendruck, als die hier wirkende Kraft, dieſelbe, der Widerſtand aber, oder die von der Belaſtung der Widerlagen herrührende Reibung, größer als in M m iſt.

Der vorige Ausdruck, nach welchem $S\lambda'$ = 13,520... war, zeigt alſo an, daß die Reibung in M m dem Gewicht von $13\frac{1}{2}$ Cub. Fuß Mauerwerk gleich kommen müſſe, oder, wenn man annimmt, (wie es bei neuen Ziegel-Mauern mit Recht anzunehmen iſt) daß der Reibungs-Coefficient $\frac{1}{3}$ ſey; ſo zeigt jener Ausdruck, daß die Belaſtung der Fuge M m (nämlich auf einen Fuß Länge der Mauer) in $3 \,.\, 13\frac{1}{2} = 39\frac{1}{2}$ Cub. Fuß Mauerwerk beſtehen müſſe. Bei $2\frac{1}{2}$ Fuß dicken Mauern würde alſo die auf den Widerlagen ſtehende Mauer wenigſtens 16,224 Fuß hoch ſeyn müſſen, um das Kappen-Gewölbe, ohne alle Belaſtung, im Anfange, wenn der Zuſammenhang der Materialien = 0 iſt, zuſammen zu halten. Der Widerſtand muß aber wenigſtens drei oder mehrere mal ſo groß ſeyn als der Seitendruck, wenn das Gewölbe bei einiger Belaſtung und bei den noch viel gefährlicheren, aber ganz unvermeidlichen Erſchütterungen deſſelben ſicher ſtehen ſoll. Die Mauern über den Widerlagen werden alſo, bei unverminderter Dicke von $2\frac{1}{2}$ Fuß, wenigſtens 50 Fuß hoch ſeyn müſſen, um das Kappen-Gewölbe gehörig zu ſichern. Da die Mauern aber nicht leicht eine ſolche Höhe und Dicke haben, ſo ſieht

man hieraus, wie nöthig es iſt, die Keller nicht eher zu überwölben, oder überhaupt die Gewölbe nicht eher aufzuführen, als bis die Widerlags-Mauern gehörig ausgetrocknet ſind, damit alsdann der Zuſammenhang des Mörtels in dieſen Mauern das Ausgleiten des Gewölbes verhüten könne.

§. 48.

Die vorigen Beiſpiele werden hoffentlich hinreichen, zu zeigen, daß die Anwendung der Formeln des erſten und zweiten Abſchnittes auf Zirkelgewölbe von allenthalben gleicher Dicke, gar keine Schwierigkeiten habe; wir wollen nun alſo zum Schluß noch einiges über die Gewölbe ſagen, deren Dicke mit der Entfernung von den Widerlagen abnimmt, oder die im Schlußſtein die geringſte Dicke haben; wie dieß bei den flachen Brückenbogen der Fall zu ſeyn pflegt.

Es ſey ABMK (Taf. XXVI, Fig. 50) die Hälfte eines ſolchen Brückenbogens; AC das vom Schluß, oder aus der Mitte des Bogens herabgelaſſene Loth, C der Mittelpunct des unteren Zirkelbogens, MM′K, und AK die Dicke des Gewölbes am Schlußſtein, die $= \alpha$, ſo wie MB die Dicke des Gewölbes an der Widerlage, die $= \beta$ ſeyn mag.

Nach §. 11. nehmen wir an, daß das Gewölbe aus unendlich vielen ganz dünnen, aber in jedem Fugenſchnitt unter ſich gleich dicken Dráhten oder Fäden beſtehe, deren Lage in Fig. 50 durch fein gezogene Linien angedeutet iſt, und für deren Krümmung man, inſofern AB gerade und horizontal iſt, ohne merklichen Irrthum, ganz flache Zirkelbogen annehmen kann, wovon aber jeder Bogen einen andern und zwar einen deſto größeren Radium hat, je flacher der Bogen iſt oder je näher er an AB liegt. Die Mittelpuncte aller dieſer Bogen werden offenbar alle in das Loth ACc′ fallen. Man denke ſich alſo AK in eine unendliche Menge gleicher Theilchen zertheilt, deren jedes $= d\alpha$, und BM in eben ſo viele gleiche Theilchen zertheilt, deren jedes $= d\beta$. Aus jedem Theilungs-Puncte k′ in AK, ſey ein Zirkelbogen, deſſen Mittelpunct in ACc liegt, nach dem correſpondirenden Theilungs-Puncte b in BM beſchrieben: es kommt alſo zuerſt darauf an, einen allgemeinen Ausdruck für den Radius dieſer Zirkelbogen zu finden. Wir ſetzen zu dem Ende $Kk' = u$, $Mb = v$, $KC = CM = a$, und den Winkel MCK $= q$; ſo daß das Loth von b auf ck $= be' = (a + v) . \sin q$; zugleich auch $e'C = (a+v) . \cos q$, und $e'k = a + u - (a + v) . \cos q$ wird. Es ſey ferner c′ das geſuchte Centrum des Bogens bk′, und die Entfernung von C nach $c' = Cc' = f$; dann iſt, nach bekannten geometriſchen Lehrſätzen, $k'e' : e'b = e'b : (e'c' + c'k')$ oder $(a + u - (a + v) \cos q) : (a + v) \sin q = (a + v) \sin q : 2f + a + u + (a + v) . \cos q$.

So beſtimmt man alſo f, und dadurch den Radius eines jeden Gewölbdrahtes, indem, wenn man dieſen Radius $= A$ ſetzt, $A = f + a + u$ wird: nun kommt es aber zunächſt darauf an, die Gleichung für jeden Gewölbdraht anzugeben. Man nehme daher C zum Anfangspunct der Abſciſſen, und ſetze $CF = X$, $DF = Y$, dann wird, da $bgDK'$ einen aus c' mit dem Radius $= A$ beſchriebenen Zirkelbogen vorſtellt,

$$X^2 + (f + Y)^2 - A^2 = X^2 + (f + Y)^2 - (f + a + u)^2 = o = L\ (\S.\ 1).$$

Dieß iſt alſo die erſte allgemeine Bedingungs-Gleichung, die die Geſtalt des Gewölbes ausdrückt, und welche offenbar in die Gleichung für KM nämlich $x^2 + y^2 - a^2 = o$ übergeht, wenn man $u = o$ ſetzt, indem dann auch f und $v = o$ werden. Beim Gebrauch dieſer Gleichung, muß man nur darauf Rückſicht nehmen, daß für jeden Gewölbdraht u, f und v als conſtant anzuſehen ſind: bei der Integration nach der Länge des Gewölbbogens wird daher auf die Veränderlichkeit dieſer Größen ſo wenig Rückſicht genommen, als oben auf die Veränderlichkeit von z Rückſicht genommen wurde. Sobald dieſe Integration vollbracht iſt, werden aber alle auf die Länge des Gewölbbogens Bezug habende Größen als unveränderlich angeſehen, und dann wird nach der Dicke des Gewölbes oder für u integrirt, wobei u, v, und f als veränderliche Größen in Rechnung kommen; wobei aber nicht zu vergeſſen iſt, daß u und v zu einander beſtändig in eben dem Verhältniß ſtehen, als α und β, oder $d\alpha$ und $d\beta$; ſo daß nicht nur $d\alpha$ und $d\beta$, ſondern auch dv und du, conſtant oder $ddv = o$ und $ddu = o$ ſind.

§. 49.

Es frägt ſich nun noch, was für einen Ausdruck man in den Grundgleichungen für die in Rede ſtehenden flachen Gewölbe, ſtatt des obigen dz ſetzen müſſe?

In der Mitte des Gewölbes, bei AK, iſt dz offenbar ein gewiſſer Nter Theil von $AK = \alpha$; oder $dz = d\alpha = \frac{\alpha}{N}$. Bei BM wird dz ein ebenſovielter, alſo auch ein Nter Theil von β oder $dz = d\beta = \frac{\beta}{N}$, und auch zwiſchen AK und BM, oder bei D, wird man nur einen ganz unmerklichen Irrthum begehen, wenn man hier $dz = \frac{M'D'}{N}$ ſetzt. Da nun $CD' = (a + \alpha) . \sec.\ ACD'$, und $CM' = a$, ſo wird man allgemein $dz = \frac{1}{N} . ((a + \alpha) \sec ACD' - a)$ annehmen können.

Hiernach iſt es dann nicht mehr ſchwer, aber freilich eine ſehr weitläuftige und mühſame Arbeit, die vorigen Rechnungen für Halbzirkel-Gewölbe auch auf flache Bogen von ungleicher Dicke anzuwenden, und für jeden Fall, ſo wohl die den Bogen, als die den Widerlagen zu gebende Stärke, auszumitteln.

Cas

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Versuch einiger Beiträge zur Hydraulischen Architektur

Bd.: [1]

1808

Coburg, Landesbibliothek -- Cas A 860
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11922108-4